

**TIETOTEKNISEN PUHEEN HAVAITSEMISEN  
KUNTOUTUKSEN VAIKUTTAVUUS  
KUULOKOJETTA KÄYTTÄVILLÄ AIKUISILLA  
– SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS**

Seila Pihanurmi

Pro gradu -tutkielma

Syyskuu 2021

Oulun yliopisto

Humanistinen tiedekunta

Logopedia

Seila Pihanurmi

Pro gradu -tutkielma, elokuu 2021, 104 sivua + 6 liitettä

Oulun yliopisto, Humanistinen tiedekunta, Logopedia

# TIETOTEKNISEN PUHEEN HAVAITSEMISEN KUNTOUTUKSEN VAIKUTTA- VUUS KUULOKOJETTA KÄYTTÄVILLÄ AIKUISILLA – SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Tämän pro gradun tarkoituksena oli tutkia itsenäisen tietotekniikan avulla toteuttavan puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuutta aikuisilla kuulovikaisilla kuulokojetta käyttävillä aikuisilla. Tarkoituksena oli selvittää, onko omatoiminen puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa ja onko harjoittelussa käytetyillä stimuluksilla tai harjoittelun toteuttamiseen liittyvillä tekijöillä yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen. Tutkimusmenetelmänä käytettiin systemaattista kirjallisuuskatsausta. Tiedonhaku suoritettiin neljään tietokantakokoelmaan, minkä lisäksi tehtiin täydentävä viitehaku ja käsihaku. Sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella aineistoksi valikoitui 14 tutkimusartikkelia, jotka oli julkaistu vuosina 2006–2019. Tilastollista analyysia osana kirjallisuuskatsausta ei tehty, sillä aineiston tutkimuksien vertailukelpoisuus oli hyvin heikko.

Tutkielman tulosten perusteella voidaan todeta, että omatoiminen tietotekniikan avulla tehty puheen havaitsemisen kuntoutus voi olla vaikuttavaa. Aiheesta on kuitenkin tehty vain vähän laadukasta tutkimusta. Vaikuttavuusnäyttöä saatiin niin analyyttisen (bottom-up) kuin synteettisen (top-down) kuntoutuksen toimivuudesta. Harjoitteluvaikutuksen yleistymistä tai kuntoutusvaikutuksen säilymistä interventioperiodin jälkeen havaittiin osassa aineiston tutkimuksista, mutta ei ole selvää, mistä tekijöistä ilmiöt johtuivat. Lisäksi vaikuttaa siltä, että pidempi interventioperiodi ja suurempi keskimääräinen harjoitteluaika johtavat suuremmalla todennäköisyydellä tilastollisesti merkitsevään kuntoutusvaikutukseen, mutta näyttö tämän suhteen on ristiriitaista. Tämän pro gradun perusteella voidaan todeta sekoittavien tekijöiden kontrolloinnin olleen aineistossa hyvin vaillinaista, joten ei ole varmaa, missä määrin tutkimuspopulaatioihin liittyneet tekijät ovat vaikuttaneet yksittäisten tutkimusten tuloksiin.

Itsenäisesti tietotekniikan avulla tehtävän puheen havaitsemisen taitojen harjoittamisen voidaan tämän pro gradun perusteella ajatella olevan hyödyllistä kuntoutukseen motivoituneelle henkilölle kuulokojekuntoutuksen ohella. Harjoiteltavaa kielen tasoa oleellisempaa vaikuttaa tutkimusnäytön perusteella olevan yksilön motivaatio ja sitoutuminen harjoitteluun. Aiheesta tehtävän tutkimuksen laatua puolestaan voitaisiin kohentaa muun muassa metodologiaa yhtenäistämällä, koehenkilöpopulaatioiden riittävän tarkalla kuvaamisella sekä sekoittavien tekijöiden kontrolloinnilla.

*Avainsanat:* puheen havaitseminen, kuulokoje, kuulovika, kuntoutus

## ESIPUHE

Olen jo useamman vuoden ollut kiinnostunut tietotekniikan hyödyntämisen mahdollisuuksista osana terveydenhuoltoa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laatimiseen päädyin sattumalta, osittain koronaviruspandemian sanelemana. Katua ei ole tarvinnut; aiheesta saatavilla olevan tiedon yhteen kokoaminen on ollut hyvin mielenkiintoista, joskin herättänyt toisinaan enemmän kysymyksiä kuin tarjonnut vastauksia. Gradumatkan aikana olen myös havahtunut huomaamaan, kuinka monimutkaisin tavoin asiat linkittyvät toisiinsa; mitä enemmän oppii, sitä vähemmän huomaa tietävänsä. Jään suurella jännityksellä, innolla ja mielenkiinnolla seuraamaan, mitä tietotekniikkaa hyödyntävän kuntoutuksen saralla tulevaisuudessa tapahtuu!

Tämä pro gradu ei olisi valmistunut ilman lukuisten ihmisten tukea ja apua. Ensimmäisenä sydämelliset kiitokset ohjaajalleni dosentti Taina Välimaalalle kaikesta tuesta ja avusta sekä paneutumisesta työhöni. Taina on mitä suurimmalla asiantuntijuudella ohjannut minua eteenpäin ja herätellyt tarkastelemaan asioita eri näkökulmista. Kiitokset professori Sari Kunnarille neuvoista systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laadunarviointiin liittyvissä asioissa ja professori Kerttu Huttuselle oivallisista lähdemateriaaleista sekä henkisestä tuesta. Kiitokset Oulun yliopiston Tiedekirjasto Pegasuksen informaatikko Seija Kulmalalle avustamisesta tiedonhaussa ja hakutermien laadinnassa. Kiitokset myös Oulun yliopiston Tiedekirjasto Pegasuksen kaukolainapalveluille sekä henkilökunnalle yleisesti, ilman teidän työtänne useaan lähteeseen tutustuminen olisi jäänyt vain haa-veeksi. Kiitokset CogniMed:lle rahallisesta tuesta.

Suuret kiitokset kaikille ihanille opiskelutovereille, teidän tukenne ja ymmärryksenne ovat olleet korvaamattomia. Erityiskiitos Juholle kuuntelemisesta, tsemppaamisesta ja olkapään tarjoamisesta vaikeina hetkinä.

Oulussa, elokuussa 2021

Seila Pihanurmi

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ESIPUHE

<b>1 JOHDANTO</b>	1
1.1 Puheen havaitseminen kuulovian yhteydessä	3
1.1.1 Puheen havaitsemisen teoreettinen perusta	4
1.1.2 Puheen ja äänteiden tunnistaminen	8
1.1.3 Aikuisiän kuuloviat	9
1.1.4 Puheen havaitsemista hankaloittavat piirteet	10
1.2 Kuulovikaisen aikuisen puheen havaitsemisen kuntoutus	12
1.2.1 Kuulokojekuntoutus	12
1.2.2 Tietotekninen kuntoutus	13
1.2.3 Vaikuttavuuden arviointi	13
1.2.4 Vaikuttavuuden tutkimus	16
1.3 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	19
<b>2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET</b>	21
<b>3 MENETELMÄT</b>	22
3.1 Aineiston kerääminen	22
3.1.1 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	22
3.1.2 Aineiston hakeminen	23
3.2 Aineisto	27
3.3 Reliabiliteetti ja validiteetti	34
3.4. Aineiston ja tulosten analysointi	40
3.4.1 Tutkimusten luokittelu intervention mukaan	40
3.4.2 Tutkimusten luokittelu kuntoutusmäärän mukaan	41
<b>4 TULOKSET</b>	43
4.1 Tietoteknisen puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuus	43
4.2 Kuntoutuksen vaikuttavuuden yhteys harjoittelussa käytettyihin stimuluksiin ja harjoittelun toteuttamiseen liittyviin tekijöihin	46
4.2.1 Harjoittelussa käytettyihin stimuluksiin liittyvät tekijät	46
4.2.2 Harjoittelun toteuttamiseen liittyvät tekijät	52
<b>5 POHDINTA</b>	56
5.1 Tutkimustulosten arviointi	56
5.2 Tulosten yleistettävyys ja luotettavuus	72
5.3 Tutkimukseen liittyvät rajoitteet	73
5.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet sekä tulosten kliininen merkitys	75
<b>LÄHTEET</b>	78
<b>LIITTEET</b>	

## 1 JOHDANTO

Kuulovika tai -vaurio voidaan määritellä ääneksien kuulokynnyksen laskuksi, joka näkyy muutoksina kuulojärjestelmän toiminnassa ja on mitattavissa fysiologisin tai psykoakustisin menetelmin (Arlinger ym., 2008, s. 165). Kuuloviat ovat aikuisväestön keskuudessa hyvin yleisiä koko maailmassa (Fransen, Lemkens, Van Laer & Van Camp, 2003; Henshaw & Ferguson, 2013; Wilson & Tucci, 2021). Euroopasta kerättyjen aineistojen perusteella kuulo on jossain määrin heikentynyt noin 15 % aikuisväestöstä (Sorri, Roine & Mäki-Torkko, 2004) ja vanhemmissa ikäluokissa kuulovian esiintyvyys edelleen lisääntyy; eri lähteiden mukaan noin 20–30 % 70-vuotiaista on kuulonalenemaa (Blomgren, 2018; Roth, Hanebuth & Probst, 2011). Erään tutkimuksen mukaan Suomessa kuulovika on joka kolmannella yli 55-vuotiaalla (Hannula, 2011).

Puheen havaitseminen voidaan määritellä kyvyksi havaita ja ymmärtää puhuttuja viestejä kielen eri osa-alueilla (Välimaa, 2002, s. 26). Kuulovika vaikeuttaa tyypillisesti juuri puheen havaitsemista, erityisesti epäoptimaalisissa kuunteluolosuhteissa (Greenberg, 1996; Sommers, 1997; Wong, Ettlinger, Sheppard, Gunasekera & Dhar, 2010; Wong, Jin, Gunasekera, Abel, Lee & Dhar, 2009). ICF (International classification of functioning, disability and health) on WHO:n (World health organization) laatima toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokittelujärjestelmä (THL, 2021a; WHO, 2021). ICF:n näkökulmasta kuulovian voidaan katsoa vaikuttavan laaja-alaisesti yksilön toimintakykyyn paitsi ruumiin ja kehon toimintoja, myös osallistumista ja suorituksia heikentävästi; kuulovioilla on osoitettu olevan yhteys esimerkiksi masennukseen, yksinäisyyteen sekä kognitiivisten toimintojen ennenaikaiseen heikkenemiseen (Amieva ym., 2015; Fortunato ym., 2016; Lin, Metter, Resnick, Zonderman & Ferrucci, 2011; Mener, Betz, Genther, Chen & Lin, 2013; Mick, Kawachi & Lin, 2014). Kuulovikainen ihminen saattaa vetäytyä kanssakäymisestä ja vältellä sosiaalisia tilanteita, tai kuulon rajoitteet voivat hankaloittaa sosiaalista kanssakäymistä siinä määrin, että väärinymmärryksiä aiheutuu puolin ja toisin (Arlinger ym., 2008, s. 164; Hetu, Jones & Getty, 1993; Scarinci, Worrall & Hickson, 2009). Huomiotta ei voida myöskään jättää kuulovikojen tuottamia laajempia yhteiskunnallisen tason vaikutuksia, kuten terveydenhuollon määrärahojen kohdentamispäätöksiä ja ikääntyvien työkykyisyyden ylläpitoa.

Puheen havaitsemisen kuntoutus (auditory training, speech perception training) on yksi audiologisen kuntoutuksen (audiologic rehabilitation) osa-alueista ja se voidaan

määritellä auditiivisten ärsykkeiden aktiiviseksi kuuntelemiseksi, jonka tarkoituksena on parantaa suoriutumista kuulonvaraisissa tehtävissä (Henshaw & Ferguson, 2013). Sen avulla voidaan vaikuttaa kuulovikaisen kommunikaatiotaitoihin kohentavasti sekä ehkäistä kuulovian mukanaan tuomaa subjektiivista ja yhteiskunnallista haittaa (Hull, 1992, s. 3; Sweetow & Palmer, 2005), mikä kohentaa yksilön ICF-luokituksen mukaista toimintakykyä (THL, 2021b). Suurin osa tietoteknisistä kuulonkuntoutussovelluksista keskittyy juuri puheen havaitsemisen kuntoutukseen (Dubno, 2013; Henshaw & Ferguson, 2013). Puheterapiapalvelujen kannalta omatoiminen puheen havaitsemisen kuntoutus voidaan luokitella ajasta riippumattoman etäkuntoutuksen piiriin (Salminen & Hiekkala, 2019, s. 10).

Suomessa aikuisväestön kuuloon liittyvät ongelmat aiheuttivat haasteita terveydenhuollon resursseille jo 2000-luvun alussa (Sorri, 2000; Uimonen, Huttunen, Jounio-Ervasti & Sorri, 1999). Tilanne hyvin todennäköisesti vielä vaikeutuu lähitulevaisuudessa, sillä Suomi on yksi Euroopan nopeimmin ikääntyviä maita (Ahola, 2009; Eurostat, 2021). Audiologista ja/tai puheen havaitsemisen kuntoutusta tarvitsevien määrän arvioidaan olevan noin 450 000–500 000 vuoteen 2030 mennessä (Ahola, 2009). Lisäksi Suomessa toteutetun Onnistuva ikääntyminen -projektin (Ahola, 2009) mukaan vain osa kuulemisen tukea tai apuvälineitä tarvitsevista ohjautuu niiden piiriin. Apuvälineen sovituksen lisäksi vain noin 10 %:lle tarjotaan muuta kuulonkuntoutusta, esimerkiksi puheen havaitsemisen kuntoutusta tai kommunikaatiostrategioiden tai huuliltaluvun opettamista (Sweetow & Sabes, 2010), vaikka näillä tukitoimilla voidaan tutkitusti helpottaa tottumista kuulokojeen kautta koettuun äänimaailmaan, lisätä yksilön tietoisuutta puheen havaitsemisesta ja saada ihmiset käyttämään kuulokojetta aktiivisesti (Hawkins, 2005; Pizarek, Shafiro & McCarthy, 2013).

Yksilöllisen puheen havaitsemisen kuntoutuksen ongelmina ovat sen suuret kustannukset sekä ammattilaisten puute (WHO, 2013; Windmill & Freeman, 2013). Ratkaisuksi tähän on kehitetty tietotekniikan avulla itsenäisesti käytettäviä puheen havaitsemisen taitojen kohentamiseen tähtäviä ohjelmia vuosituhaten alkupuolelta alkaen (Pichora-Fuller & Levitt, 2012). Näiden ohjelmien hyötyinä ovat edullisuus, kuntoutuksen toteuttamisen helppous ja soveltuvuus laajalle käyttäjäkunnalle. Ohjelmia voidaan käyttää vaivattomasti omassa arkiympäristössä ja harjoitusten tekeminen voi motivoida yksilöä käyttämään kuulokojettaan (Pizarek ym., 2013). Tietotekniikkapohjaisen puheen havaitsemisen

kuntoutuksen tutkimus on nousukiidossa ja sen vaikuttavuudesta on saatu tutkimusnäyttöä (Henshaw & Ferguson, 2013). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tehdä systemaattinen katsaus omatoimiseen, tietotekniikan avulla toteutettuun puheen havaitsemisen kuntoutukseen, arvioida saadun tutkimusnäytön laatua sekä tutkia, onko kuntoutusmenetelmän valinnalla tai harjoittelun määrällä yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen.

### 1.1 Puheen havaitseminen kuulovian yhteydessä

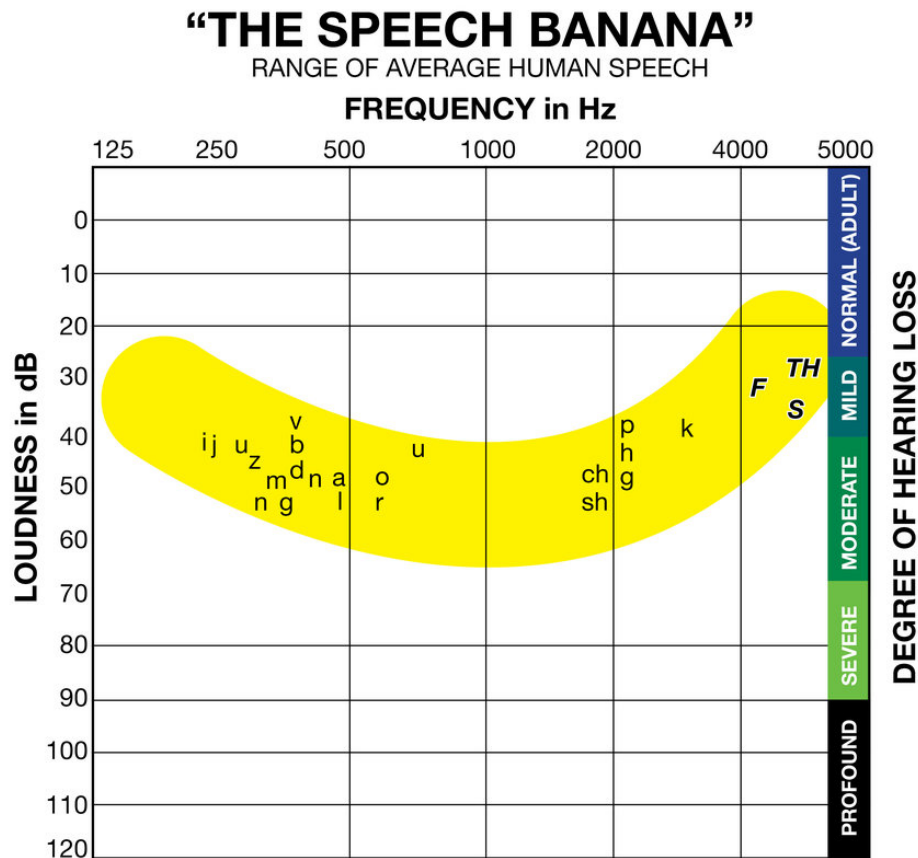
Kuuleminen sekä puheen havaitseminen ja tuottaminen ovat perustavanlaatuisesti linkittyneet toisiinsa (Bamford & Saunders, 1991, s. ix–x; Iivonen, 2005, s. 5), joten vaikeiden kuulovikojen voidaan sanoa aiheuttavan aina vaikeuksia puheen havaitsemisessa, ja jo lieväkin vika voi vaikuttaa puheen tuottamiseen (Johansson, 1991, s. 27). Määritelmään, jossa puheen havaitseminen ajatellaan kyvyksi havaita ja ymmärtää puhuttuja viestejä kielen eri osa-alueilla (Välimaa, 2002, s. 26) sisältyy sekä kuuleminen fysiologisakustisena tapahtumana, että vastaanotetun viestin sentraalisen eli keskushermostotason käsittely ja tulkinta (Tuomainen, 2010, s. 62). Näin ollen puheen havaitsemisen voidaan ajatella koostuvan neljästä osatekijästä: ääniärsykkeiden tiedostamisesta (detection), erottelusta (discrimination), tunnistamisesta (identification) ja ymmärtämisestä (comprehension) (Erber, 1982 s. 40–42). Tiedostamisella tarkoitetaan, että ärsykkeen aikaansaama ääni ylipäättään kuullaan. Erottelulla viitataan ärsykkeiden välisten erojen havaitsemiseen, esimerkiksi vokaalien ja konsonanttien erottamiseen toisistaan. Tunnistamisella tarkoitetaan kykyä identifioida eli tunnistaa ärsyke rajatusta määrästä vaihtoehtoja, vaikkapa tietty äänne kaikkien kieleissä käytettävien äänteiden joukosta. Ymmärtäminen on puheen havaitsemisen kompleksisin taso, joka vaatii monimutkaista tiedonkäsittelyä ja ymmärrystä kielestä. Puheen havaitsemisen ja ymmärtämisen kyky ovat siis liitoksissa muihin kognitiivisiin toimintoihin, muun muassa työmuistiin ja toiminnanohjaukseen eli eksekutioon (Lawrence ym., 2018; Pekkala, 2010; Taljaard, Olaithe, Brennan-Jones, Eikelboom & Bucks, 2016; Wong ym., 2009). Kognitiivisiin toimintoihin puolestaan kytkeytyvät analyyttisen (bottom-up) ja synteettisen (top-down) tiedonkäsittelyn prosessit (Kintsch, 2005). Puheen havaitsemista ei täten voida tarkastella irrallaan muusta mielen toiminnasta, ja viime vuosina onkin alettu kiinnittää huomiota näiden yhteisvaikutuksiin (Stropahl ym., 2019; Välimaa & Haapala, 2020, s. 40–41).

### 1.1.1 Puheen havaitsemisen teoreettinen perusta

Puhe akustisena ilmiönä on ääniaaltojen liikettä väliaineessa (yleensä ilmassa), joka korvan tärykalvolle saavuttuaan saa sen värähtelemään (Aulanko, 2005, s. 11). Tärykalvon värähtely saa kuuloluut liikkumaan, ja näin ääniärsyke välittyy soikean ikkunan kautta sisäkorvaan (Välimaa, 2010). Simpukan kuuloluita lähempänä olevassa päässä, tyvessä (base), ovat karvasolut reagoivat suuriin taajuuksiin ja simpukan kärjessä (apex) puolestaan on pienille taajuuksille herkkiä karvasoluja. Näin ollen ääniaallon aiheuttama biosähköinen ärsytys on voimakkain siinä simpukan kohdassa, jossa sen värähtelytaajuus on suurin. Tätä kutsutaan tonotooppiseksi eli paikkaperiaatteeksi (Basch, Brown, Jen & Groves, 2016). Simpukasta lähtee useita afferentteja eli nousevia hermosäikeitä kohti keskushermostoa (Berggren ym., 2008, s. 74–84). Ne yhdistyvät kuulohermoksi, joka välittää tietoa äänien taajuudesta, voimakkuudesta ja ajallisista ominaisuuksista aivoille. Auditiiivinen informaatio saapuu molemmille kuuloaivokuorille riippumatta sen vastaanotaneesta korvasta kuuloradan ristikkäissäikeiden ansiosta. Kuuloaivokuoret ovat yhteydessä toisiinsa aivokurkiaisien (corpus callosum) välityksellä ja kuten simpukan karvasolut, myös kuuloaivokuorten hermosolut ovat monin paikoin tonotooppisesti järjestäytyneet (Obleser, Scott & Eulitz, 2006). Ääniä ja puhetta havaittaessa aktivoituvat paitsi primäärit kuuloaivokuoret, myös muun muassa kuulon assosiaatioalueet Heschlin poimun mediaalialueella sekä Wernicken alue (Berggren ym., 2008, s. 83).

Ihmiskorvan kuuloalue eli taajuuden ja äänenpainetason mukaan määräytyvä kuultavien äänten joukko on noin 20–20 000 Hz (Arlinger, 2008, s. 35–39; Bamford & Saunders, 1991, s. 2; Johansson, 1991, s. 27). Kuuloalueen sisällä korvamme ovat adaptoituneet eli sopeutuneet erottelemaan tiettyjä taajuuksia tarkemmin kuin toisia (Arlinger, 2008, s. 38–39). Parhaiten taajuuksia erotellaan hertsivälillä 500–6000 ja suurin osa foonien eli äänteiden ihmiskorvalle olennaisesta akustisesta informaatiosta sijoittuukin juuri tälle taajuusvälille (Bamford & Saunders, 1991, s. 2–7; Iivonen, 2012). Ilmiötä on havainnollistettu kuvassa 1 ”puhebanaanina” tunnetun kuvion muodossa.





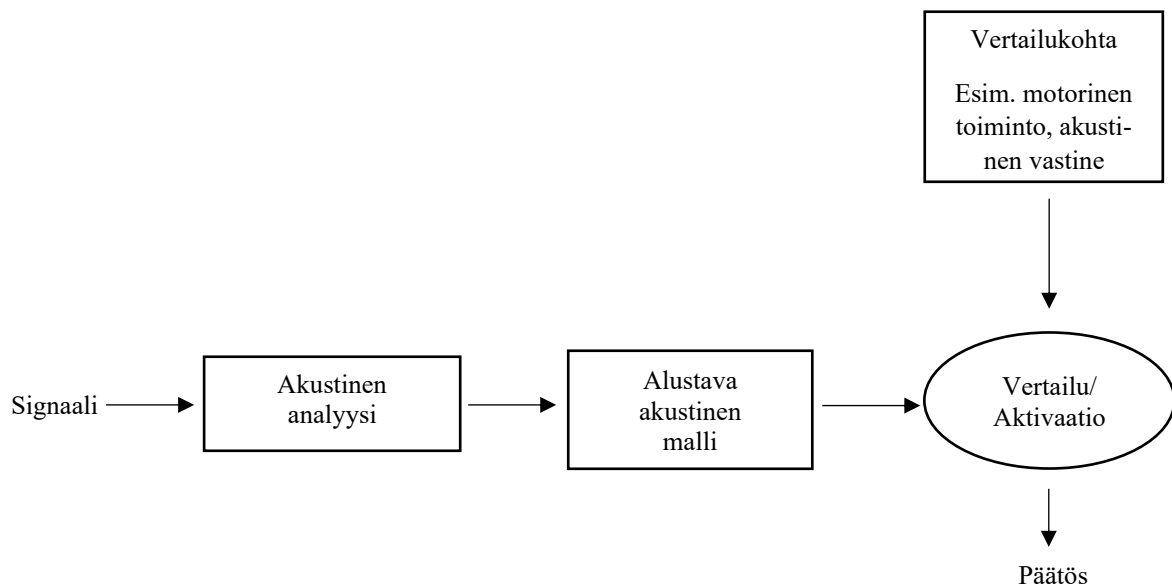
Kuva 1. Puhebanaani (Wikimedia commons, 2021).

### *Puheen havaitsemisen teorioista*

Puheen havaitsemisen mallit ja teorit pyrkivät selittämään, miksi kykenemme ymmärtämään puhesignaalia kohtuullisen vaivattomasti, vaikka sen akustiset ominaisuudet ovat erilaisia eri ihmisillä ja erilaisia puheentuottotapoja käytettäessä (Aaltonen & Tuomainen, 2005, s. 51; Hawkins, 1999, s. 198–199; Scharenborg & Boves, 2010). Eri teorit lähestyvät puheen havaitsemista erilaisista lähtökohdista; jotkut teorit painottavat informaation auditiivisen prosessoinnin osuutta (bottom-up), toiset taas pitävät tiedon kielellistä käsittelyä avainasemassa havaitsemisen kannalta (top-down) (Aulanko, 2005, s. 29–37, Kent, 1997, s. 384–385). Edelleen teorioita voidaan luokitella aktiivisiin ja passiivisiin. Aktiiviset teorit esittävät, että puheen havaitsemisessa käytetään kognitiivisia resursseja, passiivisten teorioiden mukaan havaitseminen tapahtuu automaattisesti vasteena määrällisesti ja laadullisesti riittävään syötteeseen. Autonomiset puheen havaitsemisen teorit katsovat, että kaikki havaitun ymmärtämiseen tarvittava informaatio on itse

puhesignaaliissa ja interaktiivisten teorioiden mukaan havaitsijan yksilölliset ominaisuudet vaikuttavat havaitsemisprosessiin. Esitelty teorioiden luokittelumekanismit kannattaa kuitenkin nähdä mieluummin jatkumolle asettuvina kuin toisensa poissulkevinä.

Selkeitä kuvauksia yleisimmistä puheen havaitsemisen teorioista on löydettävissä esimerkiksi Kentin (1997) ja Pickettin (1999) tuotannosta. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että puheen havaitsemisen teorioille yhteistä on puhesignaalin käsitteleminen akustisen analyysin kautta ja tämän käsittelyn tuloksena syntyneen akustisen mallin vertaaminen tai aktivoituminen havaitsemisjärjestelmän jollain tasolla (Kent, 1997, s. 389–390). Lisäksi ihmiselle on tyypillistä luokitella puheärsykeitä, eli tulkita puhesignaalia sen parametrien muutosten kautta (Fry, Abramson, Eimas & Liberman, 1962; Kent, 1997, s. 375–380; Liberman, 1957; McClelland & Elman, 1986). Puheen havaitsemisen yleinen malli on esitetty kuviossa 1 ja puheen havaitsemisen tunnettuja teorioita on kuvattu taulukossa 1.



Kuvio 1. Puheen havaitsemisen yleinen malli. Mukaellen, Kent (1997, s. 390).

Taulukko 1. Tunnettuja puheen havaitsemisen teorioita

Kehittäjä	Teorian nimi	Pääajatus
Lieberman, Cooper, Shankweiler & Studdert-Kennedy, 1967	Motorinen teoria	Puhetta havaitaan samoilla prosesseilla, jotka ovat osallisina sen tuottamisessa. Artikulaatioliikkeiden ja puheäänteiden välillä vahva assosiaatio
Stevens, 1972, 1989	Kvantaaliteoria (akustisen invarianssin teoria)	Havaittujen puheyksiköiden akustisia ominaisuuksia luokitellaan aivoissa tietyllä tavalla, mikä mahdollistaa puheen ymmärtämisen
Greenberg, 1996	Temporaalisdynaaminen teoria	Havaittua puhunnosta tulkittaessa hyödynetään ensisijaisesti puheyksikköjen ajallisia muutoksia suhteessa toisiinsa. Puheen ensisijainen yksikkö on tavu
Marslen-Wilson & Tyler, 1980	Kohortiteoria	Puhetta havaittaessa aktivoituvat kaikki samalla äänneyhdistelmällä alkavat lekseemit. Puhunnoksen jatkuessa akustis-foneettisen tiedon tarkentuminen sekä semanttiset ja syntaktiset rajoitukset karsivat sopimattomat vaihtoehdot
Luce, 1986	Leksikaalisen läheisyyden aktivaatioteoria	Puhunnoksen akustis-foneettiset piirteet ohjaavat puheen havaitsemisen prosessia; puhetta havaittaessa aktivoituvat kaikki leksikaalisesti toisiaan lähellä olevat sanahahmot
Halle & Stevens, 1959 (viitattu Poeppel & Monahan, 2011)	Synteesianalyysi	Muistiin varastoituja akustisia hahmoja verrataan saapuvaan auditiiviseen syötteeseen, mikä ohjaa lekseemihakua sanahahmojen joukosta
Fant, 1960 (viitattu Fant, 1967)	Puheen havaitsemisen auditiivinen teoria	Puheen havaitseminen perustuu puhesignaalin akustisiin ominaisuuksiin, joissa on aina invarianssia. Puhemotoriikka ja -sensoriikka yhdistyvät vasta viestin tulkinnan tasolla
Morton, 1969	Logogeenimalli	Kutakin sanaa edustaa logogeeni, joka aktivoituu, kun sen kannalta relevanttia tietoa kertyy tarpeeksi joko akustisesta signaalista tai korkeamman tason kielellisen prosessin seurauksena
McClelland & Elman, 1986	Interaktiivisen aktivaation teoria (TRACE)	Puhetta havaitaan eri tasoilla toimivien prosessointiyksikköjen avulla. Yksikköjen aktivaatio määräytyy akustisen syötteen perusteella

### 1.1.2 Puheen ja äänteiden tunnistaminen

Puhetta voidaan luonnehtia eri äänilähteiden (kurkunpää, ääntöväylä ja artikulaattorit) yhteisvaikutuksen tuloksena syntyväksi akustiseksi ilmiöksi, jota ihmislaji käyttää kommunikointinsa välineenä (Aulanko, 2005, s. 21; Klippi, 2009, s. 76; Suomi, 1990, s. 10; Wiik, 1981, s. 15–33). Tämän määritelmän valossa puhe on osa laajempaa puheketjua, joka kuvaa puhekommunikaation toteutumista varsin laajasti (Suomi, Toivanen & Ylitälo, 2006). Puhetta tavataan jakaa pienempiin yksikköihin, kuten sanoihin, tavuihin ja foneemeihin (Möttönen & Watkins, 2009) ja tutkimusnäyttö osoittaa, että ihmisvauvan kielen kehitys perustuu muun muassa näiden puhesegmenttien kategorisointiin eli luokiteluun ja tilastolliseen oppimiseen (Kuhl, 2004). Puheeksi tunnistamillemme äänille voidaan yleisesti ottaen sanoa olevan ominaista seuraavien kolmen akustisen ominaisuuden yhdistelmä (Aulanko, 2005, s. 20–21; Suomi, 1990, s. 26–111):

1. Joitakin kertoja sekunnissa tapahtuva voimakkaampien ja hiljaisempien vaiheiden, eli vokaalien ja konsonanttien, vuorottelu.
2. Spektrin amplitudihuiput eli formantit, joiden taajuudellinen sijainti muuttuu ääntöväylän resonanssiominaisuuksien mukaan.
3. Periodisen ja epäperiodisen äänen vuorottelu. Periodisella äänellä viitataan vokaaleihin ja resonantteihin, epäperiodisella obstruentteihin.

Ihmiskorva hyödyntää erilaisia vihjeitä eri äänteiden tunnistamisessa (Bamford & Saunders, 1991, s. 22–24; Aulanko, 2005, s. 21). Vokaalit tunnistetaan niiden formanttien eli spektrin voimistuneiden taajuusalueiden keskinäisten suhteiden perusteella (Karlsson, 1983, s. 53). Eniten vokaalin tunnistamiseen vaikuttavat ensimmäinen (F1) ja toinen (F2) formantti (Aulanko, 2005, s. 22; Iivonen, 2012). Konsonantteja puolestaan jaotellaan soinnillisuuden, ääntymätavan ja ääntymäpaikan mukaan (Obleser ym., 2006; Pickett, 1999, s. 99; Suomi ym., 2006, s. 49). Soinnillisuusvihjeet välittyvät alle 1 kHz:n taajuuksilla (Pickett, 1999, s. 99–141). Ääntymäpaikkavihjeet taas välittyvät pääasiassa viereisten äänteiden F2:n muutoksina sekä äännekohtaisina taajuusvihjeinä ja ääntymätapa tulkitaan formanttisiirtymien ja äännekohtaisten taajuusrakenteiden avulla. Yhtenäistä ja aina pätevää tapaa ääntymäpaikan ja -tavan tunnistamiseen ei kuitenkaan ole (Holt & Lotto, 2010). Yleisesti ottaen konsonanttien äänenpainetaso on heikompi kuin vokaalien, joten niiden havaitseminen on vaikeampaa kuin vokaalien.

### 1.1.3 Aikuisiän kuuloviat

Aikuisväestön yleisin sensorinen defekti on kuulovika (Fransen ym., 2003) ja sen yleisin aiheuttaja on presbyakuusi eli ikäkuulo (Hannula & Mäki-Torkko, 2013; Sorri, 2000). Termillä tarkoitetaan ikääntymiseen myötä perifeerisessä ja sentraalisessa auditiivisessa järjestelmässä tapahtuvia fysiologisia muutoksia, joiden seurauksena kuulo ja sen myötä kyky havaita puhetta heikkenevät (Roth, Hanebuth & Probst, 2011; Sorri & Huttunen, 2003). Yksi ikäkuulon ilmeisiä taustatekijöitä on perinnöllinen alttius (Fransen ym., 2003; Kiessling ym., 2003; Sorri & Huttunen, 2003). Sensorineuraalisiin kuulovikoihin luettavan presbyakuusin lisäksi on olemassa konduktiivisia ja sentraalisia kuulovikoja (Nykopp, 2015). Kuulovikojen eri tyypit ovat pääpiirteittäin kuvattuna taulukossa 2.

Kuulovian toteamiseen käytetään yleisesti PTA-audiometriaa (pure tone average), jossa tiettyjen taajuuksien (yleensä 0,5, 1, 2 ja 4 kHz) paremman korvan kuulokynnysten keskiarvon (BEHL, better ear hearing level) perusteella määritetään kuulon taso (Blomgren, 2018; Kuuloliitto, 2019; Välimaa, 2002, s. 19). Kuulovian vaikeusasteen määrittelyssä käytetään yleisesti WHO:n (2019) määrittämiä kriteereitä, jotka on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Kuulovikojen luokittelu (Arlinger ym., 2008, s. 184–186; Helfer, Merchant & Wasiuk, 2017; Sorri, 2000; Woods, Arbogast ym., 2015) sekä kuulovikojen vaikeusasteluokitus (WHO, 2019)

Kuulovian tyyppi	Vaurion paikka	Pääpiirteet	Kuulovian vaikeusaste, BEHL 0,5–4 kHz
Sentraalinen	Keskushermosto	Kuulokynnysmuutokset ovat lieviä, mikäli niitä havaitaan, mutta yksilön puheen ymmärtämisen kyky on heikentynyt	Lievä 26–40 dB
Konduktiivinen	Välikorva	Kuulokynnysmuutokset eivät ylitä 60 dB. Ääni ei johdu vapaasti sisäkorvaan, mikä vaimentaa kuultujen äänten havaittua voimakkuutta, mutta ei yleensä vaikuta puheen erottelukykyyn	Keskivaikea 41–60 dB
Sensorineuraalinen	Sisäkorva/Kuulohermo	Kuulokynnysmuutokset voivat olla erittäin suuria. Äänen vastaanottaminen sisäkorvassa tai viestin välittyminen kuulohieron alueella on häiriintynyt. Usein myös äänten vääristymistä, jonka vaikutus korostuu vaikeissa kuunteluolosuhteissa, kuten hälyssä	Vaikea 61–80 dB Erittäin vaikea ≥ 81 dB
Presbyakuusi eräs alatyyppejä			

Huom. BEHL = Better ear hearing level, dB = desibeli.

### 1.1.4 Puheen havaitsemista hankaloittavat piirteet

Puheen onnistunut havaitseminen on useiden tekijöiden summa ja voi epäonnistua monesta syystä. Samat tekijät, jotka vaikeuttavat puheen havaitsemista normaalikuuloisilla, hankaloittavat sitä myös kuulovikaisilla, joskin suuremmassa määrin (Johansson, 1991, s. 27). Puheen havaitsemiseen vaikuttavat tekijät voidaan ryhmitellä ulkoisiin ja sisäisiin (Huttunen ym., 2008, s. 56–58; Rosenhouse, Haik & Kishon-Rabin, 2006). Ulkoisilla tekijöillä tarkoitetaan ympäristöstä johtuvaa redundanssin, eli ylimääräisen hyväksikäytettävän informaation vähenemistä ja sisäisillä tekijöillä viitataan kuulijan omiin mahdollisuuksiin helpottaa puheen havaitsemista. Puheen havaitsemiseen vaikuttavia sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä on kuvattu taulukossa 3.

Taulukko 3. Sisäiset ja ulkoiset puheen havaitsemista hankaloittavat tekijät (Aaltonen & Tuomainen, 2005, s. 44; Bamford & Saunders, 1991, s. 25–26; Erber, 1975; Greenberg, 1996; Huttunen ym., 2008, s. 56–58; Johansson, 1991, s. 27; Korpijaakko-Huuhka & Klippi, 2010; Krokstad & Laukli, 2008, s. 20–30; Moore, 2003; Pekkala, 2010; Sommers, 1997; Sorri & Huttunen, 2003; Tye-Murray, Spehar, Myerson, Hale & Sommers, 2016; Stern & Trahiotis, 1995; Välimaa & Sorri, 2000; Wong ym., 2009)

Ulkoiset tekijät	Kuvaus	Sisäiset tekijät	Kuvaus
Puhujaan liittyvät	Biologiset ominaisuudet, kuten sukupuoli ja ikä, puheäänänen voimakkuus, mistä suunnasta puhe kuuluu, kuinka selkeästi puhuja artikuloi, kuinka nopeasti puhutaan ja onko kuulijalla mahdollisuutta huulioluvun käyttöön	Kuulon ja aivojen fysiologiaan liittyvät	Kuulon fysiologiaan liittyviä tekijöitä mm. kuulokynnys, kuulon dynaaminen alue ja rekruitmentti, äänipiirteiden erottelukyky ja peittovaikutus. Aivojen fysiologiaan liittyviä tekijöitä mm. kuulo-ratojen ja kuuloaivokuoren toiminnot, jotka liittyvät läheisesti kognitiivisiin toimintoihin
Akustiikkaan liittyvät	Puheen taajuusjakauma, häly ja jälkikaiunta-aika. Sähköisesti välitetyssä puhe-signaalissa lisäksi taajuuskaistan leveys ja säilyminen	Kielelliset, psykologiset ja kognitiiviset	Kielellisiä tekijöitä mm. kielen hallintataso, semantiikka, sanoihin liittyvät ominaisuudet, kuten yleisyys ja pituus sekä puhekonteksti. Psykologisia ja kognitiivisia tekijöitä mm. tarkkaavaisuuden suuntautuminen, valppaus, äräsykeselektiivisyys, huomiointikyky sekä motivaatio. Koulutus, ammatti ja persoonallisuus vaikuttavat kaikkiin yllä oleviin

### *Äänteiden sekoittuminen toisiinsa*

Koska sensorineuraaliseen kuulovikaan liittyy fysiologista taajuuserottelukyvyn heikkenemistä (Moore, 2003), on luonnollista, että tämä vaikuttaa myös äänteiden tunnistamiseen ja erotteluun. Yleisesti ottaen samankaltaiset äänteet sekoittuvat helpoiten keskenään (Huttunen ym., 2008, s. 53–55; Välimaa & Sorri, 2000). Samankaltainen ääntymätapa on vahva sekoittava tekijä (Miller & Nicely, 1955; Obleser ym., 2006; Välimaa, Määttä, Löppönen & Sorri, 2002a, 2002b). Esimerkiksi soinnittomat plosiivit sekoittuvat keskenään herkästi, sillä niitä erottavien vihjeiden määrä on vähäinen, etenkin pelkän auditiivisen modaliteetin kautta havaittuna, minkä lisäksi niitä erottavat taajuussiirtymät ovat hyvin nopeita (Dubno, Dirks & Langhofer, 1982; Huttunen ym., 2008, s. 53–55; Välimaa ym., 2002a). Plosiiveja sekoitetaan helposti myös frikatiivien kanssa, sillä molemmilla on heikko äänenpainetaso eikä vahvoja formanttirakenteita voida erottaa (Huttunen ym., 2008, s. 53–55). Niin ikään nasaalit sekoittuvat helposti keskenään, sillä ne ovat akustisesti lähellä toisiaan (Ladefoged & Maddieson, 1996, s. 116–118).

Se, onko äänne soinnillinen vai soinniton, tunnistetaan yleensä hyvin, sillä soinnillisuusvihjeet paikantuvat pääosin pienille taajuuksille, jotka yleensä ovat presbyakuusissa säilyneet (Välimaa ym., 2002a, 2002b). Lisäksi vokaalien suhteellinen äänenpainetaso on suurempi ja keskimääräinen kesto pidempi kuin konsonanttien (Flynn, Dowell & Clark, 1998; Revoile, 1999, s. 289–323). Mikäli kuulokynnys on heikentynyt alle kahden kHz:n alueella, alkaa vokaalien erottelussa toisistaan olla ongelmia (Huttunen ym., 2008, s. 55). Esimerkiksi etisten pyöreiden ja laveiden etuvokaalien erottelu toisistaan voi vaikeutua. Mikäli kuulokynnys on alentunut jo tätä pienemmillä taajuuksilla, voi hankaluutta olla myös etuvokaalien erottelussa toisistaan ja niitä vastaavista takavokaaleista.

Toteutunut foneemi on aina riippuvainen äänneympäristöstään, joten äänteiden akustisten mallien voidaan sanoa olevan erilaisia joka sanassa ja jokaisella tuottamiskerralla (Bamford & Saunders, 1991, s. 25; Diehl, 1981; Jauhiainen, 1995, s. 32). Näin ollen sillä, missä kohtaa sanaa tai tavua foneemi esiintyy, on merkitystä sille, kuinka hyvin se havaitaan ja tunnistetaan (Jauhiainen, 1995, s. 129). Suomen kielessä sanojen keskellä olevien äänteiden oikein havaitsemisen on tutkittu olevan haastavinta (Jauhiainen, 1995, s. 129–130). Sananalkuiset ja -loppuiset äänteet tunnistetaan paremmin, joskin äänenvoimakkuus tyyppillisesti laskee sanan loppua kohti (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2008, s. 114–115), mikä voi heikentää sananloppuisten äänteiden havaitsemista.

Kielessä usein esiintyvät äänteet tunnistetaan paremmin kuin harvinaiset äänteet (Jauhiainen, 1995, s.130). Äänteiden havaitseminen luonnollisesti vaikuttaa niitä suurempien yksikköjen, kuten tavujen ja sanojen havaitsemiseen, mistä seuraa, että jotkin sanat sekoittuvat helposti keskenään (Ladefoged, 2005, s. 98–100). Lisäksi puheen prosodisilla ominaisuuksilla on vaikutusta sen havaitsemiseen, sillä muun muassa sanarajat ja viestin sävy välittyvät pääasiassa prosodian kautta (Huttunen ym., 2008, s. 54–55). Prosodiikka auttaa puheen havaitsemista myös silloin, kun äänen akustinen laatu on heikko, joten kuulovikaiset saattavat hyödyntää prosodisia vihjeitä normaalikuuloisia enemmän puhuttua viestiä tulkitessaan (Bamford & Saunders, 1991, s. 25).

## 1.2 Kuulovikaisen aikuisen puheen havaitsemisen kuntoutus

### 1.2.1 Kuulokojekuntoutus

Aikuisella kuulokojekuntoutuksen saamisen edellytyksenä on, että kuulovika rajoittaa yksilön toimintakykyä siinä määrin, että esimerkiksi kommunikointi tai työnteko vaikeutuu (Salonen, Kronlund & Kentala, 2011). Lisäksi paremman korvan kuulon on oltava alentunut vähintään 30 dB HL (hearing level) taajuusalueella 0,5–4 kHz. Kuulokoje on tyypillisesti aikuisten kuulovikojen ensisijainen hoitomuoto lievissä–vaikeissa kuulovioissa (Henshaw & Ferguson, 2013; Kuuloliitto, 2021; Tao ym., 2018; Ylikoski & Raivio, 1997). Jos jäännöskuulon määrä on hyvin vähäinen, voidaan harkita sisäkorvaistuteleikausta. Nykyaikaisen kuulokojeen toimintaperiaate perustuu äänen voimistamiseen siten, että eri taajuuksia vahvistetaan eri määriä kuulovian tyypistä ja vaikeusasteesta riippuen (Taylor, 2016, s. 230). Kaikki äänen voimistamiseen perustuvat kuulokojeet toimivat saman periaatteen mukaan; luonnollinen ääni muunnetaan mikrofonin avulla ensin sähkövirraksi ja sitten digitaaliseen muotoon, minkä jälkeen kojeeseen ohjelmoitu algoritmi manipuloi ja vahvistaa signaalia. Sitten signaali muunnetaan jälleen akustiseen muotoon ja lähetetään korvakäytävään.

Kuulokojeen käyttö kuulovian hoidossa on tutkitusti vaikuttavaa (Bentler, 2013, s. 36–37; Mulrow, Tuley & Aguilar, 1992). Kojeen avulla kuulovikainen ihminen pystyy kommunikoimaan ja ylläpitämään sosiaalisia suhteitaan paremmin ja subjektiivinen kokemus elämänhallinnasta sekä mielenterveydestä usein paranee. Kuulokojeita on useita erityyppisiä ja on yksilöllistä, millainen koje ihmiselle sopii (Kuuloliitto, 2021; Plomp, 1977).



Mikäli kuulovika on molemminpuolinen ja symmetrinen, tuottaa molempiin korviin asetettu kuulokoje usein paremman puheen ymmärtämisen kyvyn (Andersson ym., 2008, s. 225). Binauraalinen eli molempiin korviin sovitettu kuulokoje vähentää pään aiheuttamaa äänten, etenkin suurten taajuuksien, heikkenemistä, mahdollistaa paremman suuntakuulon ja voimakkuussummaation sekä parantaa puheen havaitsemiskykyä hälyssä noin 2–3 dB SNR (Bentler, 2013, s. 232–234; Noble & Gatehouse, 2006). Kuulokoje siis auttaa kuulovikaista *vahvistamalla* ääniainesta, mutta äänten vääristymiseen tämän hetken kuulemisen apuvälinetekniikalla voidaan vaikuttaa vain rajallisesti (Andersson ym., 2008; Sommers, 1997; Tremblay, Piskosz & Souza, 2003; Woods, Arbogast ym., 2015). Koska havaittujen puhunnosten kielellinen merkitys on tietoisesti uudelleen opeteltava (Anderson, White-Schwoch, Choi & Kraus, 2013), ei kuulokoje tai muu kuulon apuväline (esim. sisäkorvaistute) yksin useinkaan ole riittävä ratkaisu sensorineuraalisen kuulovian aiheuttaman toimintakyvyn alenemisen kompensatioksi (Bentler, 2013, s. 31–38; Plomp, 1977).

### 1.2.2 Tietotekninen kuntoutus

Ensimmäiset tietotekniikkaa hyödyntäneet puheen havaitsemisen kuntoutusohjelmistot olivat varsin kalliita, mistä syystä ne eivät levinneet laajamittaiseen käyttöön (Pichora-Fuller & Levitt, 2012; Smaldino & Smaldino, 1993, s. 474). Teknologian kehittymisen myötä tilanne on muuttunut. Puheen havaitsemisen kuntoutukseen tarkoitettu ohjelma on nykyään vaivatonta asentaa yksilön omaan tietokoneeseen tai mobiililaitteeseen (Olson, 2015) ja harjoittelua voidaan tehdä omatoimisesti silloin kun se kuntoutujalle itselleen parhaiten sopii (Pichora-Fuller & Levitt, 2012). Tietotekniikkapohjaista puheen havaitsemisen kuntoutusta tutkitaan vilkkaasti, ja nykytiedon valossa on varovaista näyttöä siitä, että tietokoneella toteutettava puheen havaitsemisen kuntoutus voi parantaa yksilön puheen havaitsemisen taitoja.

### 1.2.3 Vaikuttavuuden arviointi

Kuntoutuksen vaikuttavuuden arviointi on olennainen osa hoitokäytänteitä kuulovian aiheuttaman toimintakykyhaitan lievittymisen mittarina (Gatehouse, 1998). Arviointia

voidaan toteuttaa objektiivisesti erilaisin puheaudiometrisin testein tai subjektiivisesti, jolloin kysytään kuntoutujan omaa mielipidettä hänen kokemastaan kuulovian aiheuttamasta haitasta arjessa (Välimaa, 2002, s. 29–50). Molemmat arviointitavat ovat olennaisia ja niitä voidaan käyttää rinnakkain toistensa tukena, kun intervention eli kuntoutuksen vaikuttavuutta mitataan.

Kuulovikaisen henkilön subjektiivisen kokemuksen kartoittaminen on tärkeää kuntoutusvaikutusta mitattaessa, sillä yksilön kokemus kuulovian aiheuttamasta elämänlaadullisesta haitasta voi poiketa paljonkin kuulokynnyksmittausten tai objektiivisten testien antamista tuloksista (Bess, 2000). Kuulovian aiheuttamaa haittaa toimintakykyyn voidaan mitata esimerkiksi APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit), HHIA/E (Hearing Handicap Index for Adults/Elderly) ja SSQ (Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale) -lomakkeilla (Cox & Alexander, 1995; Gatehouse & Noble, 2004; Ventry & Weinstein, 1982). Lomakkeet koostuvat eri määristä kysymyksiä, joilla kartoitetaan esimerkiksi kuulemisen vaikeuksia erilaisissa tilanteissa sekä kuulovian aiheuttamaa sosiaalista haittaa.

Puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuutta voidaan arvioida objektiivisesti kaikilla kielen tasoilla foneemeista jatkuvaan puheeseen (Välimaa, 2002, s. 29–30). Yleisin arviointitapa on sanatason arviointi, mutta jatkuvan puheen tai lausetason arviointi mallintaa reaaliaikaisen kommunikaatiotilanteita yksittäisiä sanoja tai foneemeja paremmin, joten niiden käyttäminen kuntoutuksen vaikuttavuuden mittarina voi olla järkevää (Stacey & Summerfield, 2008). Lusetason ja jatkuvan puheen testejä käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että ne mittaavat puheen havaitsemisen lisäksi muun muassa työmuistia ja kielellistä päättelykykyä (Pichora-Fuller, 2008). Testiärsyksiin eli stimuluksiin liitetään usein taustahälyä koska arkipäivän puheen havaitseminen tapahtuu pääosin hälyssä. Testitulokset ilmaistaan usein 50 %:n tunnistustarkkuutena, eli tilanteena, jossa henkilö tunnistaa puolet testistimuluksista oikein (Kronlund, Wäre, Huttunen & Kokkonen, 2012). Myös oikein tunnistettuja puheyksiköitä (esim. sanoja tai foneemeja) voidaan käyttää pisteytyksen perustana (Pichora-Fuller, 2008).

Puheen havaitsemisen kykyä mittaavia objektiivisia arviointimenetelmiä on lukuisia. Osa testeistä perustuu suljettuun vastaamiseen (closed-set), osa puolestaan avoimeen (open-set) (Schoepflin, 2012). Suljettu vastaaminen tarkoittaa, että tutkittava valitsee kuulemansa ärsykkeen tietystä määrästä vaihtoehtoja. Avoimessa vastaamisessa vaihtoehtoja

ei ole valmiina tarjolla. Joitakin yleisiä englannin- ja suomenkielisiä tai tämän tutkimuksen kannalta olennaisia testejä on kuvattu taulukossa 4. Yleiskuvaus suomenkielisen puheaudiometrian tilanteesta on löydettävissä esimerkiksi Sivosen, Willbergin, Sinkkosen, Aarnisaloon ja Dietzin (2017) artikkelista. Matriisityyppistä avoimeen vastaamiseen perustuvaa häilylausetestiä (Dietz ym., 2014) pidetään ominaisuuksiltaan melko hyvänä puheen havaitsemisen kyvyn mittarina (Buschermöhle, Dietz & Kollmeier, 2015). Englanninkielisten testien kirjo on huomattavan laaja ja lausetason arviointi on kasvattanut suosiotaan (Schoepfin, 2012). Yleisiä englanninkielisessä maailmassa käytettäviä testejä ovat esimerkiksi WIN, HINT ja QuickSIN (Schoepfin, 2012; Wilson, 2003; Wilson, McArdle & Smith, 2007).

Taulukko 4. Puheen havaitsemisen kykyä mittaavia testejä

Testin kehittäjä	Testin nimi	Arvioitava kielen taso	Kuvaus
Bench ym. (1979)	BKBSIN	Lausetaso	192 neljän–kuuden sanan lausetta. Kussakin lauseessa 3 arvioitavaa sanaa
Cox ym. (1987)	CST	Lausetaso	9–10 lauseen mittaiset puhejaksot arkipäivän aiheista
Dietz ym. (2014)	Suomenkielinen häilylausetesti	Lausetaso	50 sanan matriisi, josta muodostetut lauseet jaettu 20 tai 30 lauseen listoiksi. Kussakin lauseessa 5 arvioitavaa sanaa
Hirsch ym. (1952)	CID	Lausetaso	100 lausetta, joiden sanamäärä vaihtelee välillä 2–12
Jauhiainen (1974)	Sanalistatesti	Sanataso	Kuusi 25:n kaksitavuisen sanan listaa
Killion ym. (2004)	QuickSIN	Lausetaso	18 kuuden lauseen listaa. Kussakin lauseessa viisi arvioitavaa sanaa
Kirk ym. (2012)	MLST-A	Lausetaso	Kaksitoista 24 lauseen listaa. Kussakin lauseessa kolme arvioitavaa sanaa
Nilsson ym. (1994)	HINT	Lausetaso	Kymmenen sarjoissa häilyssä esitettävät lauseet
Palva (1952)	Sanatesti	Sanataso	Kolme sanalistaa, kussakin 44–60 kaksitavuista sanaa
Song ym. (2010)	DASP	Tavu- ja lausetaso	Konsonantti, vokaali- ja lausemateriaalia
Speaks & Jerger (1965)	SSI	Lausetaso	Kilpailevan puhutun viestin kanssa esitettävät syntaktisesti epäkorrektit lauseet. Perustuu suljettuun vastaamiseen

(jatkuu)

Taulukko 4. Puheen havaitsemisen kykyä mittaavia testejä, jatkuu

Testin kehittäjä	Testin nimi	Arvioitava kielen taso	Kuvaus
Tyler ym. (1986, viitattu Barcroft ym., 2016)	Iowan lausetesti	Lausetaso	100 lausetta, joista esitetään 20. Noin 85 avainsanaa/20 lauseen lista
Wilson (2003)	WIN	Sanataso	Käyttää monosyllabisia NU-6 korpuksen sanoja, joista esitetään yleensä 35
Bilger (1984)	R-SPIN	Lausetaso	50 5–8 sanan mittaista lausetta. Lauseen viimeisen sanan tunnistaminen arvioidaan
Woods ym. (2010)	CaST	Tavutaso	CVC-tavuista/monosyllabisista sanoista koostuva 9600 ärsyksen korpus, josta esitetään satunnaisesti 720

*Huom.* BKBSIN = Bamford-Kowal-Bench sentences speech in noise test, CaST California syllable test, CID = Central institute for the deaf sentences, CST = Connected speech test, DASP = Developmental assessment of speech perception, HINT = Hearing in noise test, MLST-A = Multimodal lexical sentence test for adults, NST = Nonsense syllable test, R-SPIN = Revised speech perception in noise test, SSI = Synthetic sentence identification, QuickSIN = Quick speech in noise test, WIN = Words in noise test.

#### 1.2.4 Vaikuttavuuden tutkimus

Tietoteknisen puheen havaitsemisen kuntoutuksen on useissa tutkimuksissa osoitettu olevan vaikuttavaa jo lyhyen harjoittelujakson jälkeen (Burk & Humes, 2007; Henshaw & Ferguson, 2013; Miller, Watson, Kistler, Wightman & Preminger, 2007; Sweetow & Sabes, 2006). Toisaalta myös tutkimuksia, joissa koehenkilöiden suoriutuminen ei ole muuttunut tilastollisesti merkitsevästi harjoittelun tuloksena, on raportoitu (Abrams, Bock & Irely, 2015; Burk & Humes, 2008; Tyler, Witt, Dunn & Wang, 2010). Kuntoutuksen pysyvyysvaikutusta pitkällä aikavälillä on tutkittu melko vähän (Henshaw & Ferguson, 2013; Pichora-Fuller & Levitt, 2012). Joidenkin tutkimusten tuloksia on esitelty taulukossa 5 ja aiheesta tehtyjä kirjallisuuskatsauksia on kuvattu taulukossa 6.

Puheen havaitsemisen kuntouttamiseen tarkoitetut ohjelmistot operoivat kielen eri tasoilla (Pizarek ym., 2013; Olson, 2015). Jotkut ohjelmat keskittyvät bottom-up-prosessoinnin taitojen parantamiseen, toiset taas laajempaan kontekstia ja kognitiota hyödyntävään top-down-lähestymistapaan. Sweetow:n ja Palmerin (2005) tutkimuskatsauksessa top-down-prosessointia hyödyntävillä ohjelmistoilla harjoittelu oli bottom-up-tyyppistä harjoittelua tehokkaampaa, mutta myös foneemi- ja tavutason harjoittelulla on saatu tutkimuksissa hyviä tuloksia (Ferguson, Henshaw, Clark & Moore, 2014; Miller ym., 2008; Zhang, Dorman, Fu & Spahr, 2012).

Useiden ohjelmistojen toimivuutta puheen havaitsemisen itsenäisessä kuntoutuksessa on tutkittu (kts. esim. Dubno, 2013; Henshaw & Ferguson, 2013; Lawrence ym., 2018; Pichora-Fuller & Levitt, 2012; Pizarek ym., 2013). Tutkimuskoontien perusteella vaikuttaisi siltä, että yksittäistä ohjelmistoa merkitsevämpää on se, *miten* harjoittelu toteutuu ja millaisia arviointimenetelmiä kuntoutusvaikutuksen mittaamiseen käytetään. Vaikuttavuusnäyttöä on useiden eri ohjelmistojen puolesta, ja eri tutkimuksissa samalla ohjelmistolla tehdyllä harjoittelulla on saatu erilainen vaikuttavuustulos (Abrams ym., 2015; Barcroft ym., 2016; Olson, Preminger & Shinn, 2013; Rao, Rishiq, Yu, Zhang & Abrams, 2017; Saunders ym., 2016; Tye-Murray, Spehar, Barcroft & Sommers, 2017).

Taulukko 5. Puheen havaitsemisen tietoteknisen kuntoutuksen vaikuttavuustutkimuksia

Tutkijat	Tutkimuskysymykset	Koehenkilöt	Menetelmät	Päätulokset
Abrams ym. (2015)	Onko RMQ-ohjelmalla tehty itsenäinen puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa?	N = 29, ka. 64 v. KH: n = 15 UK K: n = 14 UK Kuulovika: Lievä (n. 32–37 dB HL). PTA 0,5–3 kHz BEHL ka. 34,3 dB HL	Harjoittelu: RMQ Arviointi: WIN, HINT	Ei tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta, mutta harjoittelun myötä tulokset paranivat. Mitä enemmän koehenkilö oli harjoitellut, sitä paremmin hän keskimäärin suoriutui
Barcroft ym. (2011) *	Onko ” <i>I hear what you mean</i> ”-ohjelmalla tehty puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa? Onko harjoittelussa käytettyjen puhujien määrällä vaikutusta kuntoutuksen tulokseen?	N = 69, 18–89 v. KH R1: n = 35 KH R2: n = 34 Kuulovika: Keski- vaikea. PTA ka. 48,4 dB HL. PTA:n mittaustaa- juuksia tai määri- tystapaa ei rapor- toitu	Harjoittelu: I hear what you mean (myöhemmin cLEAR) Arviointi: Neljästä vaihtoehdosta valinta	Molempien ryhmien suoriutuminen parani tilastollisesti merkitsevästi sekä yhdellä että useammalla puhujalla tehdyn harjoittelun jälkeen
Burk ym. (2006)	Voidaanko sanatason kuntoutuksella vaikuttaa puheen havaitsemiskykyyn? Yleistyykö kuntoutusvaikutus uusiin puhujiin ja stimuluksiin?	N = 7 UK, 65–75 v. Kuulovika: Lievä–keskivaikea	Harjoittelu: 75 monosyllabista sanaa Arviointi: harjoitellut sanat, uudet sanat, tutkijoiden valitsemat lauseet	Harjoiteltujen sanojen tunnistaminen parani n. 45 % ja uusien sanojen n. 7 %. Harjoittelulla todettiin pysyvyysvaikutusta 6 kk jälkeen. Harjoitteluvaikutus ei yleistynyt lausetasolle
Burk & Humes (2008) *	Yleistyykö hälyssä tehdyn sanatason harjoittelun vaikutus uusiin sanoihin?	N = 8, 58–78 v. Kuulovika: Lievä–keskivaikea	Harjoittelu: Monosyllabiset helpot ja vaikeat sanat Arviointi: harjoitellut sanat, uudet sanat, VAST	Harjoiteltujen sanojen tunnistaminen parani n. 47 % (vaikeat) ja n. 41 % (helpot). Ei yleistymisvaikutusta. Harjoiteltujen sanojen tunnistaminen lauseissa parani 4–8 %

(jatkuu)

Taulukko 5. Puheen havaitsemisen tietoteknisen kuntoutuksen vaikuttavuustutkimuksia, jatkuu

Tutkijat	Tutkimuskysymykset	Koehenkilöt	Menetelmät	Päätulokset
Humes ym. (2009) *	Parantaako sanatason kuntoutus puheen havaitsemiskykyä kuulovikaisilla iäkkäillä? Yleistyykö sanatason kuntoutusvaikutus lauseisiin?	N = 16, ka. 71,5 v. KH R1: n = 10 KH R2: n = 6 Kuulovika: Lievä. PTA 1, 2 ja 4 kHz ka. 28,7 dB HL	Harjoittelu: 600 yleisintä englannin kielen sanaa Arviointi: Yleiset lauseet, VAST, CID-lauseet, yleiset sanat	Harjoiteltujen sanojen tunnistaminen parani n. 17 %. Harjoitellut sanat yleistyivät lausetasolle. Keskimääräinen parannus 10 % kaikissa tehtävissä
Miller ym. (2008) *	Parantaako SPATS -ohjelmalla harjoittelu puheen havaitsemisen taitoja?	N = 12, 26–90 v. KH: n = 8 KK K: n = 4 KK Kuulovika: Asetta ei suoraan määritetty, SRT 0–85 dB	Harjoittelu: SPATS Arviointi: W22, HINT, CST, SPATS-tehtävät	Harjoitelleen ryhmän tulokset paranivat. Keskimääräinen parannus kaikki tehtävät mukaan luettuna 8 %

*Huom.* \* = Tutkimusryhmä ei raportoinut kuulokojeen käyttöaikaa, BEHL = better ear hearing level, CID = Central Institute for the Deaf, CSOA = Communication Scale for Older Adults, CST = Connected Speech Test, fMRI = functional magnetic resonance imaging, HH = harvaan harjoitteleva, HHIA/E = Hearing Handicap Inventory for the Adults/Elderly, HINT = Hearing in Noise Test, HL = hearing level, K = kontrolli, KH = koehenkilö, KK = kokenut kuulokojeen käyttäjä, KV = kuulovika, LACE = Listening and Communication Enhancement, MLST-A = Multi-Modal Lexical Sentence Test for Adults, MTG = monen puhujan ryhmä, PTA = pure tone average, QuickSIN = Quick Speech In Noise Test, R = ryhmä, RMQ = Read My Quips, R-SPIN = The Revised Speech Perception in Noise Test, SPATS = Speech Perception Auditory Training System, SSI = Synthetic Sentence Identification Test, STG = yhden puhujan ryhmä, TH = tiheään harjoitteleva, UK = uusi kuulokojeen käyttäjä, VAST = Veterans Affairs Sentence test, W22 = puheen havaitsemisen arviointiin standardoitu sanamateriaali, WIN = Words In Noise Test.

Taulukko 6. Puheen havaitsemisen kuntoutuksesta tehtyjä kirjallisuuskatsauksia

Tutkijat	Katsauksen tyyppi	Tutkimusten lukumäärä ja aikaväli	Päätulokset
Beier ym. (2015)	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	Tutkimuksia: 17 kpl Vuosilta: 2002–2013	Puheen havaitsemisen kuntoutus on hyödyllistä kuulokojekuntoutuksen ohella, etenkin yhdistettynä kognitiivisten taitojen harjoittamiseen
Henshaw & Ferguson (2013)	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	Tutkimuksia: 13 kpl Vuosilta: 2004–2012	Puheen havaitsemisen kuntoutus on tutkimusten perusteella vaikuttavaa, mutta tutkimusten laatu on liian heikko kuntoutussuositusten tekemiseen
Lawrence ym. (2018)	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi	Tutkimuksia: 9 kpl Vuosilta: 2006–2018	Puheen havaitsemisen kuntoutuksella voidaan parantaa myös kognitiivisia taitoja
Stropahl ym. (2020)	State-of-the-art - katsaus	Tutkimuksia: 16 kpl Vuosilta: 2013–2017	Intensiivinen puheen havaitsemisen kuntoutus (yhdistettynä kognitiivisten taitojen kuntoutukseen) on vaikuttavaa
Sweetow & Palmer (2006)	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	Tutkimuksia: 6 kpl Vuosilta: 1970–1996	Näyttö puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuudesta on heikkoa, joskin synteettinen (top-down) harjoittelu saattaa olla hyödyllistä puheen havaitsemisen kykyjen paranemisessa

### 1.3 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaustyyppinä on useita, ja ne poikkeavat toisistaan muun muassa toteutuksensa tarkkuuden suhteen (Aveyard, 2019, s. 2–13; Herrera, 2016; Johansson, 2007, s. 2–5; Petticrew & Roberts, 2006, s. 38–48; Suhonen, Axelin & Stolt, 2016, s. 8–17). Kirjallisuuskatsausten eri tyyppinä on kuvattu taulukossa 7. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on toteutukseltaan suureen tarkkuuteen pyrkivä ja parhaimmillaan se voi tarjota luotettavan kuvauksen tutkittavan ilmiön näytön asteesta (Aveyard, 2019, s. 2–13; Orlikoff, Schiavetti & Metz, 2015 s. 426–427; Petticrew & Roberts, 2006, s. 1–11) sekä aihepiiristä tehdystä tutkimuksesta (Gough, Oliver & Thomas, 2012, s. 45). Systemaattista kirjallisuuskatsausta voidaan kuvailla tutkimusmenetelmäksi, jonka tavoitteena on löytää kaikki tutkimustieto, joka tutkittavasta ilmiöstä on olemassa (Aveyard, 2019, s. 9; Lauri, 2003, s. 27; Lehtiö & Johansson, 2016, s. 35; Petticrew & Roberts, 2006, s. 9). Tätä pro gradu -tutkimusta voidaankin ajatella systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ja systemoidun katsauksen välimuotona; tutkimuksessa on piirteitä molemmista katsaustyypeistä, eikä esimerkiksi tutkimuksen metodologia yllä kaikilta osin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen vaatimalle tasolle.

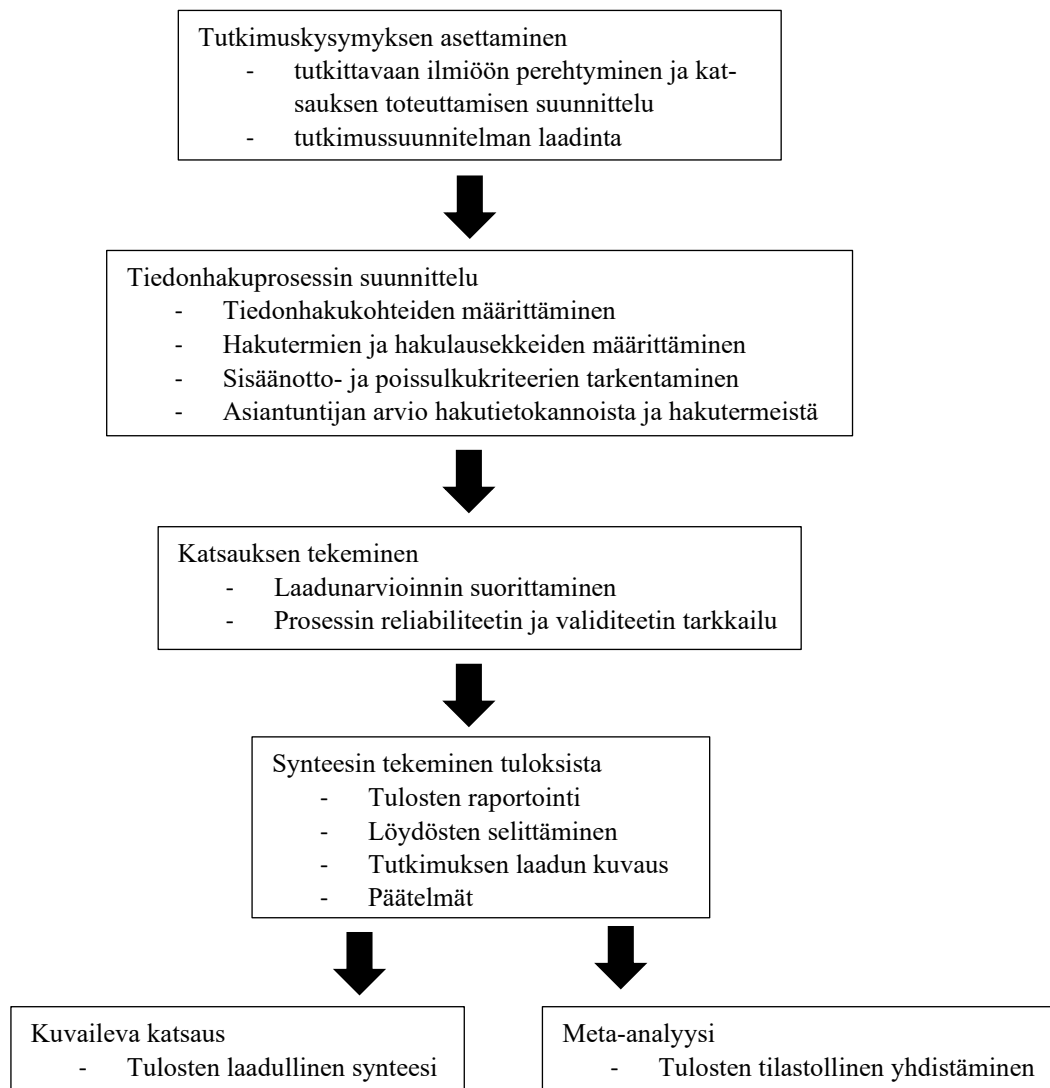
Taulukko 7. Kirjallisuuskatsaustyyppinä (Aveyard, 2019, s. 2–13; Herrera, 2016; Johansson, 2007, s. 2–5; Lauri, 2003, s. 27; Lehtiö & Johansson, 2016, s. 35; Metsämuuronen, 2006, s. 472–473; Orlikoff, ym., 2015 s. 426–433; Petticrew & Roberts, 2006, s. 1–287; Salakari, 2020; Salminen, 2011, s. 14–15; Suhonen ym., 2016, s. 8–17)

Tyyppi	Kuvaus
Narratiivinen	Tiedonhaun ja laadunarvioinnin metodologia vähemmän rigidi ja tutkimuskysymykset väljempinä kuin systemaattisessa katsauksessa. Kuvailee ilmiön ominaisuuksia laaja-alaisesti
State-of-the-art	Kokoo yhteen tämänhetkisen tutkimusnäytön tietystä ilmiöstä ja osoittaa jatkotutkimuksen tarpeita
Systemoitu	Tiedonhaun prosessi vähemmän kattava kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. Tekijöitä voi olla vain yksi
Systemaattinen	Pyrkii suureen tarkkuuteen. Metodologisesti rigidi ja kattava tiedonhaku, perehtyneisyyttä tutkimuskenttään vaaditaan. Selkeä prosessi, tekijöitä vähintään kaksi
Meta-analyysi	Metodologisesti vaativin kirjallisuuskatsaustyyppi. Yhdistää aihepiiriä käsittelevät tutkimukset tilastollisesti

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemisen prosessi on esitetty kuviossa 2. Pääpiirteissään katsauksen laatimiseen kuuluu huolellinen tutkittavaan ilmiöön perehtyminen, katsauksen toteuttamisen suunnittelu, tiedonhaun prosessin kuvaaminen, katsaukseen valittujen tutkimusten laadunarviointi ja tutkimusaineiston käsittely sekä yhteenvedon

laatiminen katsauksen tuloksista (Aveyard, 2019, s. 42–43; Johansson, 2007, s. 5; Lemetti & Ylönen, 2016, s. 67–76; Niela-Vilén & Hamari, 2016, s. 30; Petticrew & Roberts, 2006, s. 79–287). Harmaan kirjallisuuden etsiminen osana tiedonhakua on suositeltavaa (Metsämuuronen, 2006, s. 40; Metsämuuronen, 2017, s. 91).

Vaikka systemaattinen kirjallisuuskatsaus voi hyvin toteutettuna antaa merkittävää tietoa tutkimusaiheesta, ei menetelmän käyttö itsessään ole taie luotettavuudesta; katsauksen laatu on aina suhteessa paitsi sen toteutustapaan, myös katsauksessa tarkasteltujen tutkimusten laatuun (Malmivaara & Komulainen, 2014; Orlikoff ym., 2015, s. 430; Pudas-Tähkä & Axelin, 2007, s. 49). Mikäli katsauksen aineisto on heikkolaatuinen, ei hyvin kääntehty katsaus voi antaa luotettavaa kuvaa tutkittavan ilmiön näytön asteesta (Malmivaara, 2002).



Kuvio 2. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemisen vaiheet. Mukaellen Fink, (2019, s. 5).



## 2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän pro gradu -tutkimuksen tavoitteena on selvittää, onko tietotekniikan avulla toteutettu puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa ja mitkä eri tekijät vaikuttavuutta saattavat selittää. Erityisesti tutkitaan, onko harjoittelun vaikuttavuus yhteydessä harjoittelussa käytettyihin ärsykkeisiin tai harjoittelun toteuttamiseen liittyviin tekijöihin.

Tutkimuksessa haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Onko tietotekniikan avulla toteutettu puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa kuulovikaisilla kuulokojetta käyttävillä aikuisilla?
2. Onko harjoittelussa käytettyihin stimuluksiin tai harjoittelun toteuttamiseen liittyvillä tekijöillä yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen?
  - a. Onko puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa tavutason, sana- ja lausetason sekä taajuus- ja kestoerotteluun perustuvilla stimuluksilla toteutettuna?
  - b. Onko harjoittelukertojen määrällä, harjoittelun intensiteetillä, yhden harjoituskeran kestolla tai harjoittelun kokonaiskestolla yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen?

### 3 MENETELMÄT

#### 3.1 Aineiston kerääminen

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto kerättiin vaiheistetulla, järjestelmällisellä ja kattavalla tiedonhaualla (Lehtiö & Johansson, 2016, s. 35–36). Tiedonhaun tavoitteena oli, että katsaukseen sopivia tutkimuksia löydetäisiin mahdollisimman laajalti, jotta katsauksen avulla voitaisiin muodostaa kokonaisvaltainen kuva aihepiiristä tehdyn tutkimuksen määrästä ja laadusta (Suhonen ym., 2016, s. 7). Seuraavaksi kuvataan tätä kirjallisuuskatsausta varten tehty tiedonhakuprosessi.

##### 3.1.1 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tätä katsausta varten sisäänotto- ja poissulkukriteerit muodostettiin käyttäen apuna PICOS:ia (population, intervention, comparison, outcome, study type; Schardt, Adams, Owens, Keitz & Fontelo, 2007), minkä lisäksi tutustuttiin monipuolisesti alan kirjallisuuteen sekä aihepiiristä tehtyyn tutkimukseen, jotta saataisiin yleiskuva siitä, mihin seikkoihin tutkimusten valinnassa on hyvä kiinnittää huomiota. Kuvaus PICOS-työkalun avulla tehdystä tutkimusongelman rajaamisesta löytyy liitteestä 1.

Koska omatoimista tietotekniikkaperusteista puheen havaitsemisen kuntoutusta kuulokojetta käyttävillä on tutkittu vielä hyvin rajallisesti, ei kuulovian asteelle määritetty tässä katsauksessa erillisiä kriteerejä. Myös tutkimusasetelmaan ja koehenkilömäärään liittyvät kriteerit ovat tästä syystä löyhät, eikä heikkojen tutkimusasetelmien tutkimuksia poissuljettu katsauksen piiristä. Sen sijaan aiemmista aiheesta tehdyistä katsauksista (Beier, Pedroso & da Costa-Ferreira, 2015; Henshaw & Ferguson, 2013; Sweetow & Palmer, 2006) poiketen kriteeriksi määritettiin liitännäissairauksien kontrollointi. Päätös tehtiin siksi, että puheen havaitsemisen kuntoutus vaatii lähes poikkeuksetta myös muista kognitiivisia toimintoja, kuten työmuistia ja inhibitiokontrollia (Ferguson & Henshaw, 2015; Lawrence ym., 2018). Täten tietyillä sairauksilla, kuten dementiailla, voi olla huomattava vaikutus tutkimuksen tuloksiin. Sisäänottokriteerit ovat listattuna taulukossa 8.

Taulukko 8. Sisäänottokriteerit

Sisäänottokriteerit	
Tutkimuksessa oli vähintään kymmenen koehenkilöä	Tutkimuksen koehenkilöinä toimivat ihmiset, jotka olivat iältään vähintään 18-vuotiaita
Tutkimus oli vertaisarvioidussa lehdessä julkaistu artikkeli, kirja tai kirjan kappale	Koehenkilöt olivat kuulovikaisia ja käyttivät mono- tai binauraalista kuulokojetta
Tutkimuksen julkaisukieli oli joko suomi, englanti, espanja tai saksa	Kuulovika oli todettu jollain objektiivisella mittarilla, esimerkiksi audiometrialla
Tutkimuksessa koehenkilöiden suoriutumista mitattiin useassa aikapisteessä (ns. repeated measures -tutkimus)	Tutkittavaa ilmiötä oli mitattu objektiivisesti, esimerkiksi jollain puheen havaitsemisen kykyä mittaavalla testillä
Tutkimuksessa oli raportoitu koehenkilöiden kuulovian aste vähintään ryhmätasolla	Tutkimus käsitteli tietotekniikkaperusteista itsestä kuulonvaraista tai audiovisuaalista puheen havaitsemisen kuntoutusta. Tietotekniikkaperusteiseksi kuntoutukseksi luettiin kaikki kuntoutus, jossa hyödynnettiin jotain sähköllä, akulla ja/tai paristoilla toimivaa laitetta, jonka kautta voi kuunnella puhesignaalia. Itsenäiseksi kuntoutukseksi luettiin kuntoutus, jossa koehenkilö harjoittelee omatoimisesti ilman ammattilaisen läsnäoloa
Koehenkilöillä ei ollut muita tutkimukseen osallistumiseen todennäköisesti vaikuttavia liitännäissairauksia, esimerkiksi dementiaa. Mikäli tutkimuksessa ei raportoitu, oliko komorbiditeettia	
kontrolloitu, tutkimus hylättiin	
Tutkimus on julkaistu vuosien 1980–2020 välillä	

### 3.1.2 Aineiston hakeminen

Tiedonhaku aloitettiin rajaamalla aihepiiriä sekä tutustumalla alan kirjallisuuteen ja tutkimukseen (Johansson, 2007, s. 5; Petticrew & Roberts, 2006, s. 284–287). Kirjallisuuden pohjalta määritettiin mahdollisia soveltuvia hakutermejä. Lisäksi sopivia termejä etsittiin muun muassa MESH-asiasanastosta (Finto, 2020). Hakutermit muodostettiin tutkimuskysymyksiin perustuen, jotta aineistohauulla löydetäisiin tutkimuksen aiheen kannalta mahdollisimman valideja julkaisuja (Salminen, 2011, s. 10). Hakulausekkeet päätettiin jakaa osa-alueisiin hakuprosessin selkiyttämiseksi sekä kattavuuden takaamiseksi seuraavasti:

1. Kuulovikaan liittyvät hakulausekkeet
2. Puheen havaitsemiseen liittyvät hakulausekkeet
3. Kuntoutukseen liittyvät hakulausekkeet
4. Ikään liittyvät hakulausekkeet

Tietokannat, joihin haut tehtiin, pyrittiin valitsemaan siten, että niiden sisällöt olisivat haettuun aihepiiriin soveltuvia. Oulun yliopistokirjasto Pegasuksen informaattikko Seija

Kulmalan ja koehakujen avulla päädyttiin seuraaviin tietokantakokoelmiin: EBSCO, ProQuest, PubMed, Scopus ja Web of Science. Ennen varsinaista tiedonhakua valittuihin tietokantakokoelmiin tehtiin useita koehakuja, jotka on kuvattu tarkemmin liitteessä 2. Valittujen tietokantakokoelmien sisältämät yksittäiset tietokannat on kuvattu liitteessä 3. Apua hakulausekkeiden tehokkaaseen luomiseen sekä eri hakuoperaattorien käyttämiseen saatiin niin ikään informaatikko Seija Kulmalalta.

Koehakujen perusteella hakulausekkeiden kohdentaminen hakukenttiin tehtiin lopullisessa haussa seuraavasti:

- Kuulovikaan liittyviä hakulausekkeitä ei rajattu
- Puheen havaitsemiseen liittyviä hakulausekkeitä ei rajattu
- Kuntoutukseen liittyvät hakulausekkeet rajattiin tutkimusartikkelien otsikkoon
- Ikään liittyviä hakulausekkeitä ei rajattu

Tarkat kussakin tietokannassa käytetyt hakulausekkeet on kuvattu liitteessä 4.

### *Tietokantahaku*

Kaikissa käytetyissä tietokannoissa edellä kuvatut kohdennukset oli mahdollista tehdä, joten hakuasetuksia ei tarvinnut tältä osin muuttaa. Tietokantahaut rajattiin aikavälille 1980–2020 ja kunkin tietokannan mahdollisuuksien mukaan haku rajattiin lehdistä julkaistuihin artikkeleihin, katsausartikkeleihin, kirjoihin ja kirjan kappaleisiin (article, review, book chapter, book). Mikäli rajausta ei ollut mahdollista tehdä, haku kohdistettiin kaikkiin (all). Niin ikään haku rajattiin vertaisarvioituihin julkaisuihin, mikäli tietokanta mahdollisti tämän. Scopus ja Web of science sisältävät vain vertaisarvioituja julkaisuja, joten näiden tietokantojen osalta rajausta oli ennalta määritetty. PubMed -tietokantakokoelman kaikki julkaisut eivät ole vertaisarvioituja (Des Moines University, 2020), joten kaikkien sisään otettujen artikkelien (14 kpl) julkaisualusta tarkistettiin vielä varmuuden vuoksi, jotta katsaukseen ei hyväksyttäisi epähuomiossa vertaisarvioimattomia julkaisuja. Tietokantahaut tehtiin marraskuussa 2020.

EBSCO-tietokantakokoelmasta löytyi lopullisen, 21.11.2020 tehdyn haun perusteella 514 julkaisua, ProQuest:sta 56 julkaisua, PubMed:sta 328 julkaisua, Scopusesta 285 julkaisua ja Web of Science:sta 309 julkaisua. Kaikki löydetyt julkaisut vietiin tietokannoista RefWorks -viitteidenhallintaohjelmaan. Julkaisujen RefWorksiin vientivaiheessa

EBSCO-tietokantakokoelman sisäinen operaattori tunnisti duplikaateiksi 142 viitettä. Lopullinen EBSCO:sta RefWorksiin vietyjen viitteiden lukumäärä oli siis 372 viitettä. Muiden tietokantakokoelmien osalta tietokannan sisäistä duplikaattien poistoa ei tehty, joten kaikki löytyneet julkaisut vietiin RefWorksiin. Kaikkien tietokantakokoelmien viitteet (1350 kpl) yhdistettiin RefWorksissa ja niille tehtiin duplikaattien poisto Exact match -asetusta käyttäen. RefWorks ei tunnistanut yhtään viitteistä duplikaatiksi. Koska oli oletettavaa, että ohjelma ei ollut tunnistanut kaikkia duplikaatteja, tehtiin duplikaattien tarkistus manuaalisesti. Manuaalisen duplikaattien poiston jälkeen jäljelle jäi 531 viitettä, eli 819 kappaletta löytyneistä viitteistä oli duplikaatteja.

Duplikaattien poiston jälkeen artikkelit käytiin läpi otsikkotasolla. Jos otsikon perusteella oli pääteltävissä, että artikkeli ei käsittele kirjallisuuskatsauksen aihepiiriä, se hylättiin. Jos otsikon perusteella ei ollut pääteltävissä, käsitteikö artikkeli haluttua aihetta, se siirtyi seuraavan vaiheeseen uudelleenarvioitavaksi. On mahdollista, että otsikoiden perusteella poistetuissa artikkeleissa on ollut kriteerit täyttäviä tutkimuksia, mutta systemaattinen etenemistapa oli välttämätön suuren artikkelimäärän käsittelemiseksi. Otsikoiden läpikäynnin jälkeen artikkeleita jäi jäljelle 295. Näiden artikkelien abstraktit käytiin läpi ja artikkelit valittiin abstraktin perusteella kokotekstitason tarkasteluun. Mikäli julkaisulle ei ollut saatavilla abstraktia, julkaisu hylättiin. Mikäli abstraktista ei selkeästi käynyt ilmi, että julkaisu ei täytä sisäänottokriteerejä, se hyväksyttiin tarkasteltavaksi kokotekstitasolla. Abstraktin perusteella kokotekstitason tarkasteluun hyväksyttiin 157 artikkelia. Kaikista 531 julkaisusta katsaukseen hyväksyttiin mukaanotto- ja poissulkukriteerien perusteella 14 (2,6 %) alkuperäisartikkelia. Kokotekstitason läpikäynnin jälkeen hylätyt artikkelit sekä hylkäämisperusteet löytyvät liitteestä 5. Hylättyjen artikkelien joukossa ovat myös viitehauissa löytyneet kokotekstitasolla poissuljetut artikkelit. Tiedonhaun prosessi on kuvattuna kuviossa 3.

### *Viitehaku*

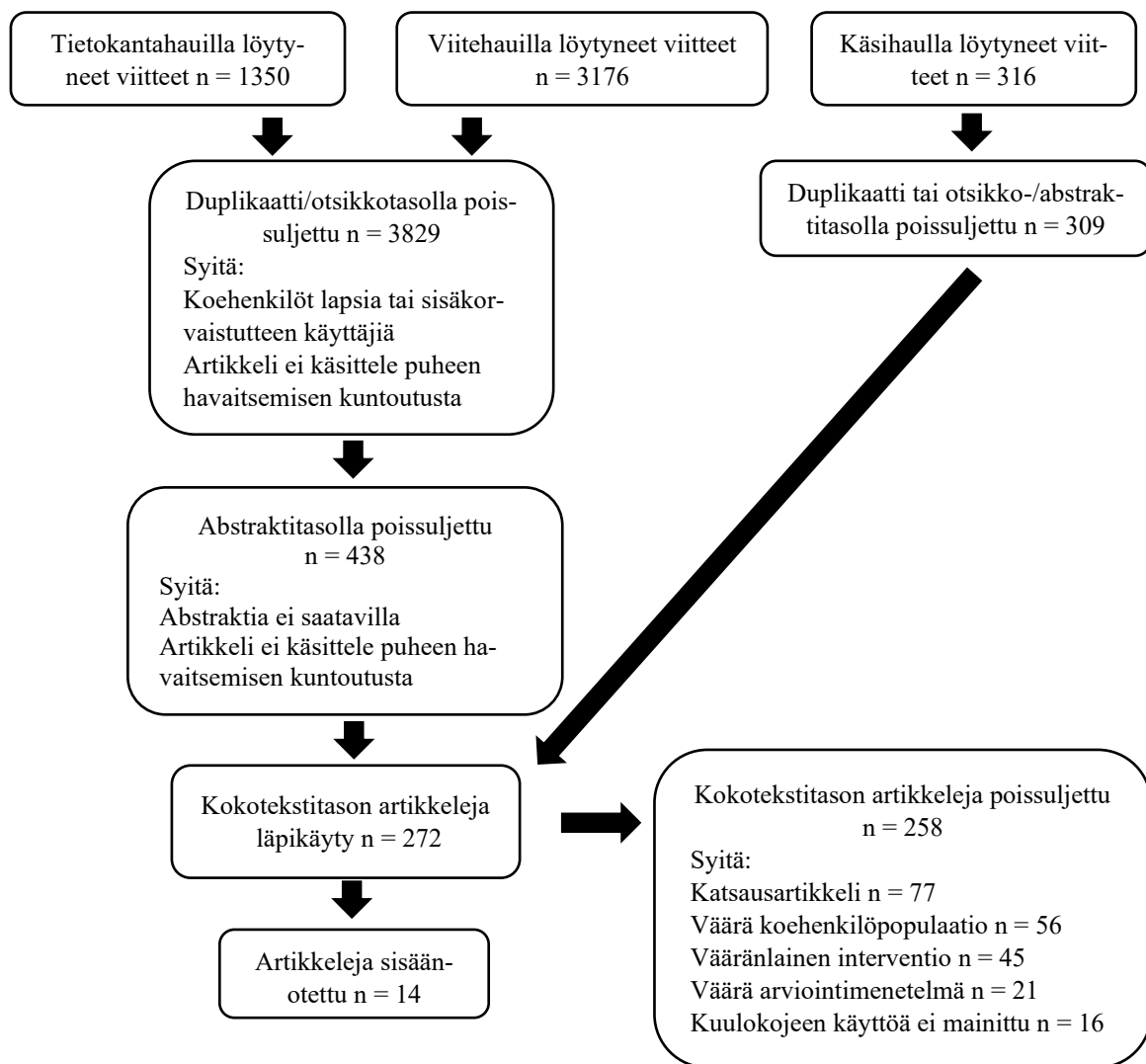
Tietokantahaussa löytyneisiin kriteerit täyttävien katsausartikkelien, kirjojen ja kirjan kappaleiden sekä kokotekstitasolla sisään otettujen tutkimusartikkelien lähdeluetteloihin tehtiin viitehaku. Kriteerit täyttäviä katsausartikkeleita oli ensimmäisellä hakukierroksella 35 kappaletta, kirjoja 2 kappaletta ja kirjojen kappaleita 2 kappaletta. Sisään otettuja tutkimuksia puolestaan oli 14 kappaletta. Kriteerit täyttäväksi katsausartikkeliksi, kirjaksi tai kirjan kappaleeksi luettiin kokotekstitason tarkasteluun abstraktin perusteella

hyväksytty julkaisu, joka oli katsaus aiempaan tutkimukseen, tai jonka katsottiin sisältävän tämän pro gradun aihepiirin kannalta oleellista tietoa (esim. puheen havaitsemista kuulokojeen avulla käsittelevät artikkelit). Tämän viitehaun perusteella löydettiin vielä 10 kriteerit täyttävää julkaisua, joihin niin ikään suoritettiin viitehaku. Katsausartikkelien ja kirjojen sekä niiden kappaleiden viitteisiin tehtyjen hakujen perusteella mukaan ei hyväksytty yhtään uutta tutkimusta. Toisessa viitehaussa löytyneisiin katsausartikkeleihin, kirjoihin tai kirjojen kappaleisiin ei enää tehty uutta viitehakua ajan ja resurssien puutteen takia. Myöskään sisään otettujen tutkimusten lähdeluetteloihin tehtyjen hakujen perusteella sisään ei otettu yhtään uutta tutkimusta.

### *Käsihaku*

Kirjallisuuskatsausta varten suoritettiin lisäksi käsihaku JARA-lehden (Journal of the academy of rehabilitative audiology) arkistoihin vuosilta 1980–2020. Käsihaku päätettiin suorittaa juuri JARA:an, sillä lehti on vertaisarvioitu, sillä on pitkä julkaisuhistoria ja se julkaisee tämän tutkielman aihepiirin kannalta oleellista materiaalia. Lisäksi lehden arkistot ovat vapaasti saatavilla lehden verkkosivuilla. Käsihaun perusteella sisään ei otettu yhtään uutta julkaisua, eikä käsihaussa löytyneisiin kriteerit täyttäviin katsausartikkeleihin tehty enää viitehakuja ajan ja resurssien puutteen vuoksi. Käsihaun perusteella kokotekstitason tarkasteluun jäi 7 artikkelia, joista ainuttakaan ei hyväksytty mukaan katsauksen aineistoon.

On huomattava, että vain yhteen julkaisuun suoritettu käsihaku on hyvin puutteellinen. Kuuloalan vertaisarvioituja julkaisuja on markkinoilla runsaasti, ja on mahdollista, että laajemmalla käsihaulla sisään otettujen julkaisujen joukkoa olisi voitu kasvattaa. Aikapaineen vuoksi laajempaa käsihakua ei suoritettu. Samasta syystä tähän tutkimukseen ei myöskään etsitty harmaata kirjallisuutta.



Kuvio 3. Kuvaus tiedonhaun prosessista. Tarkat määrät viitehauissa ja käsihaussa löytyneistä ja kullakin tarkastelun tasolla poissuljetuista julkaisuista löytyvät liitteestä 6. Kattava lista kokotekstitason artikkelien poissulkusyistä löytyy liitteestä 5.

### 3.2 Aineisto

Tiedonhakuprosessin valmistuttua valitut artikkelit siirrettiin RefWorks-ohjelmasta Covidenceen, systemaattisten kirjallisuuskatsausten tekemisen avuksi kehitettyyn selainpohjaiseen työkaluun (Covidence, 2020). Covidenceen avulla aineistoa haarukoitiin ensin otsikko-, sitten abstrakti- ja lopuksi kokotekstitasolla. Kokotekstitason tarkastelun jälkeen sopiviksi katsotut 14 artikkelia taulukoitiin Excel -ohjelmalla tarkempaa tarkastelua varten. Tutkimuksille tehtiin ensin karkea laadunarviointi PEDro -analyysin avulla (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley & Elkins, 2003; PEDro, 2021; Verhagen ym., 1998),

minkä jälkeen artikkelit kävivät läpi tarkemman seulan joko RoB2 (revised tool for Risk of Bias in randomized trials) tai ROBINS-I (Risk of Bias in Non-randomized Studies of Interventions) laadunarviointimenetelmän avulla (Risk of bias tools, 2021; Sterne ym., 2016; Sterne ym., 2019). RoB2 ja ROBINS-I-työkalut valittiin laadunarviointiin siksi, että niiden avulla voidaan muodostaa yksityiskohtainen kuva tarkasteltavasta tutkimuksesta ja molempia mittareita käytetään yleisesti tutkimusten laadunarvioinnissa. Lisäksi niiden validiteetista sekä reliabiliteetista on tutkimusnäyttöä (Jørgensen ym., 2016; Kim ym., 2013; Losilla, Oliveras, Marin-Garcia & Vives, 2018; Savović ym., 2014). Katsaukseen valitut tutkimukset on kuvattu taulukossa 9.

Katsaukseen valitut tutkimukset oli julkaistu seuraavissa lehdissä: *Journal of the American Academy of Audiology* (1), *Ear & Hearing* (3), *CoDAS* (1), *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia* (1), *Seminars in Hearing* (1), *Journal of speech, language, and hearing research* (2), *Geriatrics & gerontology international* (1), *PLOSone* (1), *Current biology* (1), *Journal of rehabilitation research & development* (1) ja *American journal of audiology* (1).

Katsaukseen hyväksytyjen tutkimusten tutkimusasetelmat, koehenkilöpopulaatiot, kuntoutusmenetelmät sekä arviointimenetelmät poikkesivat toisistaan runsaasti. Katsaukseen hyväksytyjen julkaisujen joukossa oli satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia (Humes ym., 2019; Saunders ym., 2016; Whifton ym., 2017), toistomittaustutkimuksia, joissa oli vähintään kaksi tutkittavaa ryhmää (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq, Rao, Koerner & Abrams, 2016; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Yu ym., 2017) sekä tutkimus, jossa seurattiin vain yhden ryhmän kuntoutumista (Woods, Doss ym., 2015). Koehenkilöiden iät vaihtelivat 48–85 vuoden välillä, joskin pääosin koehenkilöt olivat yli kuusikymmenvuotiaita. Kolmessa tutkimuksessa kaikki koehenkilöt olivat veteraaneja, eli otanta oli vahvasti sukupuolittunut (Saunders ym., 2016; Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015).

Koehenkilöpopulaatioiden koko vaihteli 13 ja 279 välillä. Useimmissa tutkimuksissa oli alle 30 koehenkilöä. Otoskoot olivat siis pääosin pieniä tilastollisen yleistettävyyden näkökulmasta (Biau, Kernéis & Porcher, 2008; Nummenmaa, 2004, s. 26; Whitley & Ball, 2002). Vain kahdessa tutkimuksessa, Barcroft ym. (2016, N = 107) ja Saunders ym. (2016, N = 279), oli yli sadan koehenkilön otos.



Tutkimusten koehenkilöiden kuulovian aste vaihteli lievästä vaikeaan, ollen useimmissa tutkimuksissa raportoitujen PTA-arvojen keskiarvojen perusteella arvioituna keskivaikea. Useiden tutkimusten koehenkilöillä oli presbyakuusille tyypillinen kuulovikatyyppi, jossa pienten taajuuksien kuulokynnys on lähellä normaalin rajaa ja kuulokynnys heikkenee suuria taajuuksia kohti (Blomgren, 2018; Fransen ym., 2003; Jennings & Jones, 2001; Liu & Yan, 2007). Neljässä tutkimuksessa ei määritelty kuulovian tyyppiä millään tavoin (Barcroft ym., 2016; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Yu ym., 2017). Muissa tutkimuksissa kuulovikaa kuvailtiin tyypillisesti bilateraaliseksi, postlinguaaliseksi eli kielenoppimisiän jälkeen alkaneeksi, symmetriseksi ja sensorineuraaliseksi. Myöskään kuulovian etiologiaa ei ollut useimmissa tutkimuksissa määritelty, ainoastaan Looi ym. (2012) olivat raportoineet koehenkilöidensä kuulovikojen etiologisen taustan.

Kuulovian symmetrisyys oli tutkimuksissa tyypillisesti määritelty siten, ettei kuulokynnysten ero saanut olla yli 15–25 dB HL (hearing level). Sallittu ero desibeleissä vaihteli eri tutkimuksissa. Tutkimusten välillä oli myös runsaasti eroja sen suhteen, millä tarkkuudella kuulovian aste raportoitiin. Hennig ym. (2012) ja Lessa ym. (2013) eivät raportoineet minkäänlaisia PTA-arvoja ja Yu ym. (2017) eivät raportoineet, miltä taajuuksilta PTA:t oli mitattu. Stecker ym. (2006), Whitton ym. (2017), Rao ym. (2017), Rishiq ym. (2016), Woods, Doss ym. (2015) ja Humes ym. (2019) raportoivat kuulokynnyksen PTA:t 0,25–8 kHz dB HL, Barcroft ym. (2016), Saunders ym. (2016) ja Tye-Murray ym. (2017) 0,5–2 kHz dB HL ja Olson ym. (2013) sekä Looi ym. (2012) puolestaan 0,5–4 kHz dB HL. Humes ym. (2019) raportoi lisäksi PTA:t 0,25–2 kHz dB HL sekä 1–4 kHz dB HL. Koska kuulokynnysten keskiarvojen raportointi oli näin kirjavaa, on vaikea arvioida koehenkilöiden keskimääräistä kuulovian astetta suurilla taajuuksilla niissä tutkimuksissa, joissa PTA:t oli raportoitu vain 2 kHz:iin saakka. Tutkimusten kesken vaihtelevan PTA-arvojen raportoinnin vuoksi kuulokynnykset eivät ole suoraan vertailtavissa keskenään kaikkien tutkimusten välillä. Tämän lisäksi suurimmassa osassa tutkimuksista ei mainittu, oliko kuulokynnys mitattu ilman kuulokojetta vai kojeen kanssa.

Katsaukseen hyväksytyjen julkaisujen joukossa oli tutkimuksia, joiden kaikille koehenkilöille tehtiin kuulokojesovitus tutkimuksen aloittamisen yhteydessä (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016) sekä tutkimuksia, joiden koehenkilöt olivat käyttäneet kuulokojetta vuosien, jopa vuosikymmenten ajan (Looi ym., 2012; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Kolmessa tutkimuksessa seurattiin sekä uusia että kokeneita kuulokojeen käyttäjiä (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Saunders

ym., 2016) ja kahdessa tutkimuksessa ei mainittu, kuinka kauan koehenkilöillä oli ollut kuulokoje käytössään (Barcroft ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017). Tämän katsauksen puitteissa kokeneeksi kuulokojeen käyttäjäksi määritettiin henkilö, jolla oli ollut kuulokoje käytössään vähintään kuusi kuukautta ennen tutkimukseen osallistumista. Rajaus tehtiin siksi, että eri tutkimusten mukaan sopeutuminen kuulokojeella kuulemiseen voi kestää useita kuukausia (Gatehouse, 1993; Reber & Kompis, 2005). Näin ollen, mikäli kuulokojetta käyttävä henkilö olisi määritelty kokeneeksi käyttäjäksi lyhyemmän käyttökokemuksen perusteella, tulokset olisivat voineet olla vääristyneitä. Tämän lisäksi suurimmassa osassa tutkimuksista uuden ja kokeneen käyttäjän raja oli vedetty juuri kuuden kuukauden käyttökokemuksen kohdalle, joten se tuntui luontevalta rajakohdalta myös tässä katsauksessa. Uudeksi käyttäjäksi luokiteltiin henkilö, jolla ei ollut aiemmin ollut kuulokojetta, joka ei ollut käyttänyt kuulokojettaan vähintään 12 kuukauteen ennen tutkimukseen osallistumistaan, tai joka oli käyttänyt kuulokojetta alle kuusi kuukautta. Tämän rajauksen taustalla oli pyrkimys yhdenmukaistaa luokittelu mahdollisimman hyvin katsaukseen valittuja tutkimusartikkeleja vastaavaksi. Niissä tutkimuksissa, joissa termi ”uusi kuulokojekäyttäjä” oli määritelty, määrittely oli edellä kuvatun kaltainen.

Kuudessa tutkimuksessa ei raportoitu mitään tietoja koehenkilöiden käyttämien kuulokojeiden tyyppiin liittyen (Barcroft ym., 2016; Lessa ym., 2013; Olson ym., 2013; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017). Muissa tutkimuksissa tyyppitietoja kuvailtiin hyvin eri tarkkuuksilla. Osassa tutkimuksista mainittiin, sovitettiin koje vain toiseen vai molempiin korviin, osassa puolestaan ei. Mikään tutkimus ei kuitenkaan eksplisiittisesti todennut, että koehenkilöiden kuulovika oli unilateraalinen, joten oletusarvona oli, että tämän katsauksen tutkimusten koehenkilöillä oli molemminpuolinen kuulovika, jonka hoitamiseen käytettiin kahta kuulokojetta.

Yhdeksässä tutkimuksessa ainakin osa kuntoutuksessa käytetyistä stimuluksista esitettiin hälyssä ja myös arviointiin käytetyt testit sisälsivät hälyä (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Yun ym. (2017) tutkimuksessa koehenkilöt harjoittelivat ilman taustahälyä. Whittonin ym. (2017) tutkimuksessa arviointimenetelmät sisälsivät hälyä, Yun ym. (2017) tutkimuksessa tätä ei mainittu. Lessan (2013), Hennigin (2012), Looi (2012) ja Steckerin (2006) tutkimusryhmien tutkimuksissa ei niin ikään eksplisiittisesti mainittu, tehtiinkö harjoittelu hälyssä vai ilman hälyä, mutta artikkelien perusteella oletettavissa on, ettei harjoitteluun sisältynyt hälyä.

Steckerin ym. (2006) tutkimuksen arviointi sen sijaan tehtiin hälyssä, kolmen muun tutkimuksen arviointi puolestaan ilman hälyä, ellei Lessan ym. (2013) käyttämää dikoottisen kuuntelun testiä lasketa hälytestiksi.

Harjoituskomplianssia eli harjoitteluun sitoutumista oli mitattu jollain tapaa kaikissa koetiharjoittelua käyttäneissä tutkimuksissa. Laboratoriossa tehdyissä tutkimuksissa komplianssin oletettiin olevan 100 % niiden koehenkilöiden osalta, jotka tulivat harjoittelemaan kaikkina sovittuina kertoina, sillä laboratorio-oloissa tutkija voi seurata harjoittelun toteutumista. Harjoituskomplianssin mittaaminen perustui kolmessa tutkimuksessa koehenkilön subjektiiviseen arvioon harjoitteluun käyttämästään ajasta (Olson ym., 2013; Rishiq ym., 2016; Yu ym., 2017). Lisäksi Saundersin ym. (2016) tutkimusryhmä käytti subjektiivista arviointia LACE-DVD kuntoutujien osalta, mutta objektiivista mittaussälinettä LACE-PC ja äänikirjaryhmien komplianssin mittaamiseen. Lopuissa tutkimuksissa harjoituskomplianssia mitattiin objektiivisesti, joskin useammassa tutkimuksessa raportoitiiin vain toteutuneiden harjoituskertojen määrä, ei harjoitteluun käytettyä aikaa.

Tutkimusten kuntoutusmenetelmät voidaan karkeasti jakaa kolmeen luokkaan: tavutason kuntoutukseen (Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017), sana- ja lausetason kuntoutukseen (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017) ja taajuus- ja kestoerotteluun perustuvaan kuntoutukseen (Hennigs ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Whitton ym., 2017). Kuntoutus toteutettiin osassa tutkimuksista laboratorioolosuhteissa, osassa puolestaan koehenkilöiden kotona. Yhteistä interventioille oli se, että koehenkilöt harjoittelivat itsenäisesti ilman ammattilaisen välitöntä läsnäoloa. Interventioiden kestot vaihtelivat välillä 2–11 viikkoa ja harjoitteluun käytetty kokonaisaika välillä 300–2800 minuuttia. Kahdeksassa tutkimuksessa harjoitellut stimulut esitettiin hälyssä (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015), kahdessa ilman taustahälyä (Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017), neljässä puolestaan tätä ei eksplisiittisesti mainittu (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Stecker ym., 2006).

Tutkimusten arviointimenetelmien joukko oli hyvin kirjava; osa tutkijoista käytti sanataason testejä kuntoutusvaikutuksen mittaamiseen (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Saunders ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017), toiset puolestaan lausetason (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym.,

2017; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017) tai tavutason mittareita (Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017) tai akustisten piirteiden havaitsemista mittaavia testejä (Hennig ym., 2012; Looi ym., 2012). Lukuun ottamatta Lessan ym. (2013), Raon ym. (2017), Rishiqin ym. (2016) ja Steckerin ym. (2006) tutkimuksia, kaikissa tutkimuksissa puheen havaitsemisen kykyä mitattiin useammalla testillä. Puheen havaitsemista mittaavien arviointimenetelmien lisäksi tutkimuksissa saatettiin mitata laajemminkin kognitiivisten toimintojen muutosta (Whitton ym., 2017) tai neuraalisen tason ilmiöitä (Rao ym., 2017). Joissakin tutkimuksissa käytettiin myös koehenkilön subjektiiviseen kokemukseen perustuvia mittareita (Humes ym., 2019; Looi ym., 2012; Olson ym., 2013; Saunders ym., 2016). Viidessä tutkimuksessa mitattiin lisäksi kuntoutuksen pysyvyysvaikutusta 2–34 viikkoa kuntoutuksen loppumisen jälkeen (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017). Kuntoutusvaikutuksen yleistymistä harjoittelemattomaan materiaaliin mitattiin kaikissa tutkimuksissa, mutta vain neljässä tutkittiin lisäksi harjoittelun vaikutusta harjoiteltujen ärsykkeiden havaitsemiseen (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015).

Taulukko 9. Sisään otetut tutkimukset PICOS:in mukaan kuvattuna (Methley, Campbell, Chew-Graham, McNally & Cheraghi-Sohi, 2014)

Tutkijat	Koehenkilöt ja kontrollit	Interventio	Arviointimenetelmät	Tutkimusasetelma
Barcroft ym. (2016)	N = 107 TG1: n = 41 harjoituksissa monta puhujaa, ka. 66 v. TG2: n = 42 harjoituksissa yksi puhuja, ka. 69 v. CG: n = 24, ka. 66 v.	cLEAR	4CD Iowan lausetesti	Toistomittaustutkimus, jossa kontrolliryhmä
Hennig ym. (2012)	N = 17 TG: n = 9 UKK, 60–84 v. CG: n = 8 UKK, 66–81 v.	MAT	DPS PPS	Toistomittaustutkimus, jossa kontrolliryhmä
Humes ym. (2019)	N = 43 TG: n = 13, ka. 71.9 v. SG: n = 11, ka. 71.3 v. CG: n = 15, ka. 72.0 v.	300 yleistä englannin sanaa, fraasia ja lyhyttä lausetta	CST CID	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus
Lessa ym. (2013)	N = 17 TG: n = 9 UKK, 60–84 v. CG: n = 8 UKK, 66–81 v.	MAT	SSW	Toistomittaustutkimus, jossa kontrolliryhmä

(jatkuu)

Taulukko 9. Sisään otetut tutkimukset PICOS:in mukaan kuvattuna (Methley, Campbell, Chew-Graham, McNally &amp; Cheraghi-Sohi, 2014), jatkuu

Tutkijat	Koehenkilöt ja kontrollit	Interventio	Arviointimene- telmät	Tutkimusasetelma
Looi ym. (2012)	N = 13 TG: n = 5 KKK, 51–84 v., ka. 67 v. CG: n = 6 KKK, 48–70 v., ka. 61,3 v.	MATP	MBT Taajuuserottelu	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä
Olson ym. (2013)	N = 29 TG1: n = 8 UKK, 52–76 v. TG2: n = 14 KKK, 58–79 v. CG: n = 7 UKK, 54–81 v.	LACE-DVD	Nopeutettu puhe QuickSIN SSI	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä
Rao ym. (2017)	N = 22 TG: n = 11 UKK, 60–85 v. CG: n = 11 UKK, 49–85 v.	RMQ	HINT	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä
Rishiq ym. (2016)	N = 24 TG: n = 12 UKK, 51–84 v. CG: n = 12 UKK, 62–81 v.	RMQ	MLST-A	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä
Saunders ym. (2016)	N = 279 DVD: TG1: n = 33 UKK, ka. 68 v. TG2: n = 35 KKK, ka. 69 v. PC: TG1: n = 32 UKK, ka. 69 v. TG2: n = 33 KKK, ka. 69 v. SG1: n = 32 UKK ka. 67 v. SG2: n = 41 KKK, ka. 67 v. CG1: n = 39 UKK ka. 71 v. CG2: n = 34 KKK, ka. 69 v.	LACE-DVD LACE-PC	WIN nopeutettu puhe kilpaileva pu- huja R-SPIN.	Satunnaistettu kont- rolloitu tutkimus
Stecker ym. (2006)	N = 23, 50–80 v., ka. 69 v. TG: n = 12 UKK CG: n = 11 UKK	CV ja VC - tavut	NST	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä
Tye-Mur- ray ym. (2017)	N = 47 TG1: n = 24 harvaan harjoittelevaa, ka. 65 v. TG2: n = 23 tiheään harjoittelevaa, ka. 70 v.	cLEAR	cLEAR-tehtävät BAS-lauseen- toisto	Toistomittaustutki- mus, jossa ei kont- rolliryhmää
Whitton ym. (2017)	N = 24 AMG: n = 11 KKK, ka. 70 v. ATG: n = 13 KKK, ka. 70 v.	Kuulon- varainen muistipeli Audio- motorinen etsintäpeli	WIN QuickSIN BKBSIN	Satunnaistettu kont- rolloitu tutkimus
Woods, Doss ym. (2015)	N = 16 TG: n = 16 KKK, 61–81 v., ka. 70 v.	CVC-tavut	CaST HINT QuickSIN	Toistomittaustutki- mus, jossa ei kont- rolliryhmää
Yu ym. (2017)	N = 20 TG: n = 10 UKK, ka. 75,4 v. CG: n = 10 UKK, ka. 75,8 v.	CV-tavut	DASP	Toistomittaustutki- mus, jossa kontrol- liryhmä

*Huom.* 4CD = 4-choice discrimination, AMG = Auditory memory game, ATG = Auditory tracking game, BAS = Build-a-sentence test, BKBSIN = Bamford-Kowal-Bench sentences speech in noise test, CaST = California syllable test, CG = Kontrolliryhmä (control group), CID = Central institute for the deaf sentences, cLEAR = Customized learning – exercises for aural rehabilitation, CST = Connected speech test, CV = Consonant-vowel, CVC = Consonant-vowel-consonant, DASP = Developmental assessment of speech perception, DPS = Test of sequential patterns of duration, HINT = Hearing in noise test, KKK = Kokenut kuulokojeen käyttäjä, LACE = Listening and communication enhancement, MAT = Musical auditory training program, MATP = Music appreciation training program, MBT = Music test battery, MLST-A = Multi-modal lexical sentence test for adults, N = Koehenkilöiden kokonaislukumäärä, n = Tietyn koehenkilöryhmän jäsenten lukumäärä, NST = Nonsense syllable test, PPS = Test of sequential patterns of frequency, QuickSIN = Quick speech in noise test, RMQ = Read My Quips, R-SPIN = Revised speech perception in noise test, SG = Plaseboryhmä (sham group), SSI = Synthetic sentence identification, SSW = Staggered spondaic word test, TG = Harjoitteleva ryhmä (training group), UKK = Uusi kuulokojeen käyttäjä, VC = Vowel-consonant, WIN = Words in noise test.

### 3.3 Reliabiliteetti ja validiteetti

Tässä tutkielmassa korkeaan reliabiliteettiin eli tutkimuksen hyvään toistettavuuteen pyrittiin muun muassa tiedonhakuprosessin läpinäkyvällä ja tarkalla kuvaamisella (Metsämuuronen, 2017, s. 46–49; Orlikoff ym., 2015, s. 228–237). Lisäksi aineistoa koskevat tehdyt päätökset on pyritty kuvaamaan, jotta lukija voi seurata kirjoittajan ajatusprosessia ja näin ymmärtää, millä perustein tämänkaltaiseen tulokseen on päädytty. Hyvän validiteetin saavuttamiseksi pohdittiin muun muassa tietoteknisen puheen havaitsemisen kuntoutuksen määritelmää (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006). Lisäksi otettiin kantaa kuntoutukseen ilman kuulokojetta verrattuna kuulokojeen kanssa saatuun interventiioon sekä kuntoutukseen sisäkorvaistutteen käyttäjillä verrattuna kuulokojekäyttäjiiin. Tutkielmassa päädyttiin määrittelemään tietotekninen puheen havaitsemisen kuntoutus jokseenkin laveasti, sisällyttäen tähän muun muassa visuaalisia ja/tai motorisia komponentteja sisältävät kuntoutusmenetelmät. Päätös tehtiin siksi, että muutoin sisällytettävien tutkimusten joukosta olisi tullut hyvin niukka. Sen sijaan sisäkorvaistutetta käyttävät ja ne kuulovikaiset, jotka eivät käytä kuulokojetta, rajattiin tämän katsauksen ulkopuolelle, sillä näiden ryhmien kuulovian taso ja laatu voivat olla toisistaan paljonkin poikkeavia (Firszt, Holden, Reeder, Cowdrey & King, 2012; Sprinzel & Riechelman, 2010; Ylikoski & Raivio, 1997). Tutkimusten tulosten vertailu on hieman helpompaa, kun koehenkilöjoukot ovat kuulokojeen käytön suhteen samankaltaisia. On kuitenkin huomattava, että rajausta uusien ja kokeneiden kuulokojeen käyttäjien suhteen ei tehty, jälleen siitä syystä, että katsauksen tutkimusjoukko olisi kutistunut varsin pieneksi. Uudet kuulokojeen käyttäjät saattavat tutkimusnäytön mukaan hyötyä puheen havaitsemisen kuntoutuksesta

keskimäärin enemmän kuin kokeneet (Olson ym., 2013), mikä on hyvä pitää mielessä tutkimustuloksia arvioitaessa.

Sisäänotto- ja poissulkukriteereissä pyrittiin yksiselitteisyyteen, jotta tutkimusten valinta olisi helppoa ja selkeää, ja jotta kaikki tutkimukset otettaisiin mukaan samoin kriteerein. Alkuperäistutkimusten tekijöihin ei otettu yhteyttä lisätietojen pyytämiseksi, sillä tähän ei ollut resursseja; lähes kaikissa tutkimuksissa oli epäselvyyksiä. Systemaattisuuden vuoksi olisi ollut tarkoituksenmukaista ottaa yhteyttä jokaiseen tutkimusryhmään, sekä kenties myös niiden tutkimusten tekijöihin, joiden tutkimus poissuljettiin katsauksen piiristä yhden kriteerin täyttymättömyyden vuoksi. Sisään otettujen tutkimusartikkelien tietoja kuitenkin täydennettiin mahdollisuuksien mukaan sekä aiemmin tehtyjen katsausartikkelien, että tiettyä kuntoutus- tai arviointimenetelmää käsittelevien artikkelien avulla.

Tutkimusten laadun arviointia varten luotiin mielivaltainen pisteytysjärjestelmä, joka on kuvattu taulukossa 10. Pisteytysjärjestelmä pyrittiin laatimaan siten, että asteikkoväli olisi mahdollisimman tasainen, ja että pisteytykset vastaisivat toisiaan mahdollisimman hyvin satunnaistettujen kontrolloitujen ja muiden tutkimusten suhteen. Satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten osalta asteikosta ei kuitenkaan saatu täysin tasavälistä, vaan heikkolaatuisten tutkimusten osalta väli on suurempi kuin keskinkertaisten ja korkeatasoisten. Päätös pidentää asteikkoväliä alhaalta tehtiin siksi, että kirjoittaja katsoo tutkimuksen laadun arvioinnin liian heikoksi olevan vähemmän haitallista kuin sen laadun arvioinnin liian korkeaksi. Systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit toimivat pohjana Käypä hoito -suosituksille, mikä myös puoltaa tutkimusten arviointia mieluummin liian ankarasti kuin liian löyhästi; terveydenhuollon suositusten tarkoituksena on tarjota hoitoa, joka on vaikuttavaa ja perustuu luotettavaan tutkimusnäyttöön (Käypä hoito, 2020).

Taulukko 10. Tutkimusten laadun arviointia varten laadittu pisteytysjärjestelmä

Biaksen riski	Pistemäärä	Tutkimuksen laatu	Pistemäärä	
			Satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset	Muut tutkimukset
Suuri/NI	0	Heikko	0–4	0–4
Keskisuuri	1	Keskitasoinen	5–8	5–9
Pieni	2	Hyvä	9–12	10–14

*Huom.* NI = ei tarpeeksi informaatiota arvion muodostamiseen.

Tässä tutkielmassa laadunarviointi tehtiin RoB2 (satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset) ja ROBINS-I (muut tutkimukset) -työkalujen avulla. Molemmat mittarit on validoitu ja ne ovat yleisessä käytössä systemaattisten kirjallisuuskatsausten tekemisen apuvälineinä (Jørgensen ym., 2016; Kim ym., 2013; Losilla ym., 2018; Savović ym., 2014). Vaikka Humesin ym. (2019) tutkimus on satunnaistettu ja kontrolloitu, se on arvioitu ROBINS-I-työkalulla, sillä tutkimuksessa käytettiin klusterisatunnaistamista. Tämän vuoksi koehenkilöryhmien muodostamista ei voida ajatella täysin satunnaistetuksi, eikä tutkimusta tule arvioida RoB2-työkalun avulla. Taulukoissa 11 ja 12 on kuvattu kunkin tutkimuksen biaksen eli harhaisuuden riski arvioiduilla osa-alueilla. Taulukot on värisymboloitu luennan helpottamiseksi liikennevaloperiaatteella; vihreä väri merkitsee pientä biaksen riskiä, oranssi keskisuurta ja punainen suurta. On hyvä huomata, että molemmat laadunarviointityökalut ohjaavat määrittämään tutkimuksen harhaisuuden kokonaisriskin suureksi, mikäli yhdenkin arvioitavan osa-alueen biaksen riski on suuri.

RoB2 ja ROBINS-I poikkeavat laadunarviointimittareina toisistaan joiltain osin. RoB2 on tarkoitettu satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten laadunarviointiin, ROBINS-I puolestaan sellaisten tutkimusten, joissa satunnaistamista ei ole tehty tai se on vain osittaista (Sterne ym., 2016; Sterne ym., 2019). Molemmat menetelmät vaativat, että tutkimustulokset ovat kvantitatiivisia ja ideaalitulanteessa tutkimus vertailee kahta tai useampaa interventiota toisiinsa. Molemmat työkalut kattavat pääosin samat biaksen arvioinnin osa-alueet, joskin ROBINS-I pureutuu tarkemmin sekoittaviin tekijöihin ja koehenkilöiden valintaprosessiin, kun taas RoB2 tarkastelee laajemmin aiotusta interventioista poikkeamista sekä satunnaistamisprosessia (Higgins, Savović, Page & Sterne, 2019; Sterne ym., 2016; Sterne ym., 2019). Tässä tutkielmassa ROBINS-I-työkalulla on arvioitu myös tutkimus, jossa tutkittiin vain yhden ryhmän kuntoutumista (Woods, Doss ym., 2015). Näin toimittiin, koska laadunarviointien haluttiin olevan mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään, ja toisentyypisen työkalun käyttö olisi heikentänyt vertailukelpoisuutta.



Taulukko 11. Muiden kuin satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten laadunarviointi

Tutkimus	Biaksen riski osa-alueittain							Biak- sen ko- konais- riski	Tutki- muksen koko- naispis- temäärä ja laatu
	Sekoittavat tekijät	Koehenkilöi- den valinta	Interventioyhtey- mien muodosta- minen	Aiotuista inter- ventioista poik- keaminen	Puuttuva data	Tuloksien mit- taaminen	Valikoiva raportointi		
Barcroft ym., 2016	S	KS	KS	NI	NI	KS	KS	S	4; H
Hennig ym., 2012	S	KS	P	NI	NI	KS	KS	S	5; KK
Lessa ym., 2013	S	P	P	NI	P	KS	KS	S	8; KK
Looi ym., 2012	S	P	P	KS	KS	KS	KS	S	8; KK
Olson ym. 2013	S	P	P	KS	KS	P	KS	S	9; KK
Rao ym. 2017	S	P	P	KS	KS	P	KS	S	9; KK
Rishiq ym., 2016	S	P	P	KS	NI	P	S	S	7; KK
Stecker ym., 2006	S	KS	P	KS	P	P	KS	S	9; KK
Tye-Mur- ray ym., 2017	S	P	P	P	P	P	KS	S	11; K
Woods, Doss ym., 2015	S	P	P	P	KS	P	KS	S	10; K
Yu ym., 2017	S	P	P	NI	NI	P	KS	S	7; KK

*Huom.* H = heikko, K = korkea, KK = keskinkertainen, KS = keskisuuri, NI = ei tarpeeksi informaatiota arvion muodostamiseen, P = pieni, S = suuri.

Taulukko 12. Satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten biaksen riski arvioituna kullakin osa-alueella

Tutkimus	Biaksen riski osa-alueittain						Biak- sen koko- nais- riski	Tutki- muksen koko- naispis- temäärä ja laatu
	Satun- nais- tamis- prosessi	Aiotusta in- terventiosta poikkeami- nen; inter- ventioryhmä	Aiotusta in- terventiosta poikkeami- nen; hoitoon sitoutuminen	Puut- tuva data	Tulok- sien mit- taami- nen	Vali- koiva rapor- tointi		
Saunders ym., 2016	P	KS	P	S	S	KS	S	6; KK
Whitton ym., 2017	P	S	P	KS	P	KS	S	8; KK

Huom. KK = keskinertainen, KS = keskisuuri, P = pieni, S = suuri.

Tärkeimmiksi sekoittaviksi tekijöiksi on tässä katsauksessa valittu koehenkilöiden ikä, liitännäissairaudet, ensikieli, onko koehenkilö uusi vai kokenut kuulokojeen käyttäjä, puheen havaitsemisen kyky ennen kuntoutusta, kuulokojeen päivittäinen käyttöaika ja kuulovian aste sekä harjoittelussa ja testaustilanteissa käytetyt välineet ja asetukset, kuten mikrofoni, koehenkilön etäisyys kaiuttimista, mistä suunnasta äänimateriaali soitettiin, käytettiinkö kuulokkeita vai ei, kuulokkeiden tyyppi ja niin edelleen. Mikäli kaikkia näitä sekoittavia tekijöitä ei ollut tutkimuksessa kontrolloitu, sen biaksen riski arvioitiin sekoittavien tekijöiden osalta suureksi. Muita sekoittavia tekijöitä ajateltiin olevan koehenkilön etninen tausta, sosioekonominen asema, koulutustausta, kuulokojemalli, IT-aidot ja aiemmin saatu puheen havaitsemisen kuntoutus. Näiden tekijöiden katsottiin kuitenkin vaikuttavan tutkimuksen tuloksiin vähäisemmässä määrin, joten mikäli 1–3 näistä tekijöistä ei ollut kontrolloitu, arvioitiin tutkimuksen bias sekoittavien tekijöiden osalta keskisuureksi. Mikäli 4–5 näistä tekijöistä ei ollut kontrolloitu, arvioitiin biaksen riski suureksi.

Kaikki laadunarvioinnit perustuvat tutkimuksissa käytettyihin objektiivisiin testausmenetelmiin, eli oletuksena on, ettei tutkija voi suoraan tai välillisesti vaikuttaa saatuihin tuloksiin esimerkiksi johdattelemalla koehenkilöä. Osassa tutkimuksista oli käytetty myös subjektiivisia kuntoutuksen vaikuttavuuden mittareita, mutta näitä ei ole otettu huomioon tehdyissä laadunarvioinneissa, sillä tämän tutkielman kiinnostuksen kohteena ei ole koehenkilöiden kokemuksiin perustuva kuntoutusvaikutuksen mittaaminen. Mikäli subjektiiviset arviointimenetelmät olisi huomioitu laadunarvioinnissa, olisi näitä menetelmiä

käyttäneiden tutkimusten biaksen riski tältä osin, ja mahdollisesti myös sekoittavien tekijöiden osalta, suurempi (Sterne, ym., 2016; Sterne ym., 2019).

Aiotusta interventioista poikkeamisen riskiä arvioitaessa on tutkijoiden ilmoittamien harjoituskomplianssien lisäksi pohdittu todennäköisyyttä sille, että kontrolliryhmä etsii kuntoutusta omatoimisesti muualta. Biaksen riskin on arvioitu olevan pienempi, mikäli tutkimuksessa oli maininta, että kontrolliryhmälle tarjottiin kuntoutusta tutkimuksen jälkeen. On huomattava, että tämäntyyppinen biaksen arviointi perustuu puhtaaseen spekulatioon, ei tutkimuksessa raportoituihin faktoihin. Mikäli tätä ei olisi huomioitu laadunarvioinnissa, voisi tutkimusten harhan riski olla eri tällä osa-alueella.

Arvioitaessa biasta mahdollisen puuttuvan datan osalta, arvioinnin perustana on käytetty tutkijoiden ilmoittamaa attritiota eli koehenkilökatoa sekä tehtyjä voima-analyyseja, tai näiden puuttuessa tulostaulukoita ja tilastollisten analyysien arvoja, esimerkiksi F-statiistikkaa. Mikäli tutkijat ovat ilmoittaneet tutkimuksen keskeyttäneiden koehenkilöiden määrän ja syyn keskeyttämiselle, ja mikäli voima-analyysin perusteella on pääteltävissä tulosten olevan robusteja tästä huolimatta, biaksen riski on arvioitu puuttuvan datan osalta pieneksi. Mikäli tutkijat eivät ole raportoineet koehenkilökatoa, mutta tulososion datasta on pääteltävissä, ettei yhdenkään koehenkilön tuloksia ole jätetty pois analyysista, on biaksen riski niin ikään arvioitu pieneksi. Mikäli tutkijat eivät ole raportoineet attritiota, eikä tulososion datasta ole pääteltävissä analyysiin valikoitujen koehenkilöiden määrää, on katsottu, ettei biaksen riskiä voi tältä osin arvioida. Mikäli tutkimuksesta tippuneet koehenkilöt on raportoitu, mutta ei syitä, tai on oletettavissa, että tulokset eivät ole robusteja puuttuvan datan vuoksi, on biaksen riski arvioitu keskisuureksi. Biaksen riskin on arvioitu olevan suuri niissä tapauksissa, joissa kumpikin edellä mainittu ehto täyttyy; tutkimuksesta tippuneet koehenkilöt on raportoitu, mutta ei syitä *ja* on oletettavissa, että tulokset eivät ole robusteja puuttuvan datan vuoksi (Sterne ym., 2016).

Tutkimustulosten valikoivan raportoinnin harhan arviointi perustuu tutkimuksissa raportoituihin tietoihin. Mikäli tutkimuksessa raportoitiin, mitä tutkimusmenetelmiä aineiston analyysissa aiotaan käyttää ja miksi, ja nämä menetelmät vastasivat tulososion menetelmiä, arvioitiin biaksen riski pienemmäksi kuin silloin, jos tutkimuksessa ei ollut kuvausta käytetyistä menetelmistä. On kuitenkin huomattava, että ilman tutkimussuunnitelmaan tutustumista on mahdotonta tietää, missä vaiheessa tutkimuksen toteuttamista mahdollinen menetelmiä kuvaava osio on laadittu. Arvioitavien tutkimusten tutkimussuunnitelmat

pyrittiin löytämään biaksen riskin arvioinnin yhteydessä, mutta koska useimpien tutkimusten tutkimussuunnitelmia ei ollut löydettävissä, päätettiin tutkimussuunnitelmat jättää kokonaan huomiotta laadunarviointeja tehtäessä.

### 3.4. Aineiston ja tulosten analysointi

Koska systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston laatua on vaikeaa tarkasti ennustaa, ovat tutkimuskysymykset tarkentuneet katsauksen tekemisen prosessin aikana. Alkuperäisessä suunnitelmassa tarkoituksena oli tutkia ryhmätason ohella yksilötason tekijöiden, kuten kuulovian asteen ja koulutustason, yhteyttä kuntoutustuloksiin, mutta koska suurin osa tutkimuksista tarjosi näiltä osin riittämättömiä yksilötason tietoja, tästä tutkimuskysymyksestä luovuttiin. Näin ollen tutkimuksessa päädyttiin tarkastelemaan vain kuntoutusmenetelmän ja harjoittelun määrään liittyvien tekijöiden yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen.

#### 3.4.1 Tutkimusten luokittelu intervention mukaan

Jotta kuntoutuksen vaikuttavuuden ja kuntoutusmenetelmän yhteyttä voitaisiin tutkia, jaoteltiin tutkimukset karkeasti kolmeen luokkaan; tavutason kuntoutukseen, sana- ja lausetason kuntoutukseen sekä taajuus- ja kestoerottelua hyödyntävään kuntoutukseen. Tämänkaltaisen jaottelu mahdollistaa kuntoutusmenetelmien vertailun; tavutason kuntoutus on luonteeltaan analyyttistä (bottom-up), eikä siinä voida hyödyntää syntaktisia tai semanttisia vihjeitä (Smith, Saunders, Chisolm, Frederick & Bailey, 2016). Toisaalta tavutason kuntoutus on jossain määrin erilaista muita kuin puheäänteiden akustisia vihjeitä hyödyntävään kuntoutukseen verrattuna (Fuller, Galvin, Maat, Başkent & Free, 2018; Schön, Magne & Besson, 2004). Tavutason kuntoutuksessa operoidaan kontekstuaalisten vihjeiden puuttumisesta huolimatta puhunnosten tasolla, kun taas taajuus- ja kestoerotte luun perustuvassa kuntoutuksessa ei kuunnella puheäänteitä, vaan stimulut ovat erityyppisiä kestoaltaan ja/tai taajuudeltaan vaihtelevia ääniä. Sana- ja lausetason kuntoutuksessa operoidaan puheyksiköillä, joiden tunnistamisessa yksilö voi hyödyntää kontekstuaalisia vihjeitä niin kielellisen merkityksen kuin foonin tuottamiseen liittyvän motorisen suoritteinkin osalta (Pichora-Fuller & Levitt, 2012; Pizarek ym., 2013). Luonnollisesti kielellisiä kontekstivihjeitä voidaan hyödyntää lausetason kuntoutuksessa sanatason

kuntoutusta enemmän, minkä lisäksi lausetasoinen kuntoutus on usein vahvasti synteettistä (top-down), jolloin puheen havaitsemisen taitojen lisäksi suoritukseen vaikuttavat muut kognitiiviset kyvyt, muun muassa työmuisti (Ferguson & Henshaw, 2015; Lawrence ym., 2018; Pizarek ym., 2013). Tässä katsauksessa ei kuitenkaan eroteltu sana- ja lausetason kuntoutusta toisistaan, sillä tämänkaltaisen erottelu olisi ollut keinotekoinen ja huonosti toimiva; kaikki tavutasoa laajemmilla puheyksiköillä operoivat kuntoutusmenetelmät käyttivät sekä sana- että lausetason materiaalia.

Kuntoutusmenetelmän ja kuntoutuksen vaikuttavuuden yhteyden tutkimisen ajateltiin olevan mielekästä, jotta tulevaisuuden kuntoutusresurssien kohdentaminen olisi mahdollisimman tehokasta ja toimivaa. Aiemmat puheen havaitsemisen kuntoutuksesta tehdyt tutkimuskatsaukset tarjoavat vain vähän systematisoitua tietoa siitä, onko kuntoutusmenetelmän valinnalla vaikutusta kuntoutuksesta saatavaan hyötyyn (kts. esim. Henshaw & Ferguson, 2013; Sweetow & Palmer, 2006). Koska tähän katsaukseen valittujen tutkimusten kuntoutus- ja arviointimenetelmät poikkesivat toisistaan hyvin paljon, ei tutkimuksille ollut mielekästä tehdä tilastollista analyysia. Sen sijaan tutkimusten tuloksia vertaillaan keskenään laadullisesti ottaen huomioon kuntoutusmenetelmä, arviointimenetelmä sekä tutkimuksen laatu.

### 3.4.2 Tutkimusten luokittelu kuntoutusmäärän mukaan

Kuntoutuksen vaikuttavuuden ja kuntoutuksen määrän yhteyttä tutkittiin laadullisesti poimimalla ensin kaikki saatavilla oleva tieto kussakin tutkimuksessa toteutetusta harjoitteluprotokollasta. Tiedot kerättiin yhteen ja keskiarvoistettiin niiltä osin kuin tiedot olivat puutteellisia (esim. LACE-ohjelmaa käyttäneet tutkimukset) tai tutkimus raportoi vaihteluvälin, jolla harjoittelu toteutui. Harjoitteluun käytetty kokonaisaika kussakin tutkimuksessa laskettiin minuutteina ja jaettiin harjoitteluun käytettyjen viikkojen määrällä, jolloin saatiin harjoitteluun käytetty aika minuutteina viikossa. Vertailun vuoksi laskettiin myös harjoitteluun käytetty aika minuutteina päivässä. Näitä arvoja tarkasteltiin suhteessa tutkimuksen tuloksiin ja eri tutkimuksia puolestaan tarkasteltiin suhteessa toisiinsa.

Koska harjoittelun kokonaismäärä on vain yksi katsantokanta harjoitteluun, päätettiin lisäksi tutkia yhden harjoituskerran keston, harjoittelukertojen määrän viikkotasolla ja harjoittelun viikkomääräisen kokonaiskeston yhteyttä loppumittausten testituloksiin. Tämä

toteutettiin luokittelemalla tutkimukset harjoituskerran keston, määrän viikkotasolla ja intervention kokonaiskeston mukaan ryhmiin ja tarkastelemalla kunkin ryhmän tutkimuksia suhteessa toisiinsa sekä suhteessa toisten ryhmien tutkimuksiin. Harjoitteluun liittyvien määrällisten tekijöiden yhteyttä kuntoutuksen vaikuttavuuteen tutkittiin laskemalla harjoitteluun käytetty kokonaisaika minuutteina ja laskemalla harjoitteluun käytetty aika minuutteina viikossa sekä päivässä. Lisäksi tutkittiin yhden harjoituskerran keston, harjoittelukertojen määrän viikkotasolla ja harjoittelun kokonaiskeston viikoissa yhteyttä loppumittausten testituloksiin. Tämä toteutettiin luokittelemalla tutkimukset harjoituskeran keston, määrän viikkotasolla ja intervention kokonaiskeston mukaan ryhmiin ja tarkastelemalla kunkin ryhmän tutkimuksia suhteessa toisiinsa sekä suhteessa toisten ryhmien tutkimuksiin.

Harjoittelun määrän ja jakaantumisen tutkiminen ajateltiin mielekkääksi, sillä harjoittelun jaksottamisella on tutkittu olevan merkitystä oppimistuloksiin (Green & Bavelier, 2008; Tye-Murray ym., 2017). Mikäli tutkimusten pohjalta on havaittavissa selviä trendejä sen suhteen, millä tavoin jaoteltu harjoittelu tuottaa suhteellisesti parhaita kuntoutustuloksia, voidaan tätä tietoa hyödyntää tulevaisuudessa kuntoutuksen suunnittelussa.

## 4 TULOKSET

Tässä pro gradu -tutkimuksessa selvitettiin, onko tietotekniikan avulla toteutettu puheen havaitsemisen kuntoutus vaikuttavaa kuulovikaisilla kuulokojetta käytävillä aikuisilla ja onko harjoittelun vaikuttavuus yhteydessä erilaisiin harjoittelun toteuttamiseen liittyviin tekijöihin. Tavoitteena oli tehdä kattava katsaus aihepiiriin ja tämän avulla määrittää sitä, miltä kuulovikaisten kuulokojekäyttäjien tietotekniikkaperustainen puheen havaitsemisen kuntoutuksen kenttä tällä hetkellä näyttää. Tulososio on jaettu tutkimuskysymysten mukaan ja jokaiseen tutkimuskysymykseen vastataan erikseen.

### 4.1 Tietoteknisen puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuus

Kaikki katsaukseen valikoituneet tutkimukset huomioituna kolmessa tutkimuksessa ei havaittu millään arviointimenetelmällä mitattuna tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta (Looi ym., 2012; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016). Muissa yhdessätoista tutkimuksessa havaittiin kuntoutuksen olleen vaikuttavaa ainakin jollain arviointimenetelmällä mitattuna. Tutkimukset päätuloksineen on kuvattu taulukoissa 13–15.

Otoskoolla ei näyttänyt olevan merkitystä sen suhteen, todettiinko kuntoutusvaikutusta olevan vai ei; sekä Looi ym. (2012,  $p = \text{NS}$ ) että Saundersin ym. (2016,  $p = 0,128\text{--}0,864$ ,  $\eta^2 = 0,01\text{--}0,02$ ) tutkimukset päätyivät toteamaan, ettei kuntoutuksella saavutettu tilastollisesti merkitsevää puheen havaitsemisen taitojen kohentumista.

Kuntoutusvaikutusta harjoitelluilla stimuluksilla mittasivat Humes ym. (2019), Tye-Murray ym. (2017), Barcroft ym. (2016) ja Woods, Doss ym. (2015). Kaikissa näissä tutkimuksissa koehenkilöiden suoriutuminen tehtävissä, joita he olivat harjoitelleet, parani tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,0001\text{--}0,05$ , kts. taulukot 13 ja 14). Sen sijaan ainoastaan Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksessa harjoitteluvaikutus yleistyi lausetasolla sellaiseen aineistoon, joka oli koehenkilöille uusi (BAS-lauseet,  $p < 0,001$ ). Mikäli kuntoutusvaikutusta tarkastellaan harjoittelun yleistymisen näkökulmasta kaikkien katsauksen tutkimusten suhteen, voidaan todeta, että harjoittelun hyödyt yleistyivät stimuluksiin, joita ei ollut harjoiteltu, kahdeksassa tutkimuksessa 14:sta, joskaan muissa kuin edellä mainituissa tutkimuksissa ei mitattu kuntoutusvaikutusta harjoitelluilla stimuluksilla.

Keskimääräisellä kuulovian asteella ei näyttänyt olevan yhteyttä tutkimuksen tuloksiin. Kuulovian asteen raportointi oli hyvin kirjavaa tutkimusten välillä, joten suoraa vertailua eikä luotettavia johtopäätöksiä voida näin ollen tehdä. Myös koehenkilöiden käyttämien kuulokojetyyppien kuvaukset olivat hyvin puutteellisia suuressa osassa tutkimuksista, minkä vuoksi luotettavia johtopäätöksiä kuulokojetyyppin yhteydestä kuntoutuksen vaikuttavuuteen ei voida tehdä.

Tutkimuksissa, joissa koehenkilöinä oli uusia kuulokojeen käyttäjiä, kuntoutus oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaa ainakin jollain testillä arvioituna viidessä tutkimuksessa kuudesta (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Rao ym., 2017; Stecker ym., 2006; Yu ym., 2017;  $p = 0,000$ – $p < 0,05$ , kts. taulukot 13–15). Ainoastaan Rishiqin ym. (2016) tutkimuksessa koehenkilöiden suoriutuminen ei merkittävästi kohentunut harjoittelun seurauksena ( $p = 0,12$ ). Tutkimuksissa, joissa koehenkilöinä oli kokeneita kuulokojeen käyttäjiä, kuntoutus oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaa jollain testillä arvioituna kahdessa tutkimuksessa kolmesta (Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015;  $p < 0,02$ – $0,05$ , kts. taulukot 13 ja 15). Looi ym. (2012) Eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta omassa tutkimuksessaan ( $p = \text{NS}$ ). Niiden tutkimusten osalta, joissa tutkittiin sekä uusia että kokeneita kuulokojeen käyttäjiä, tilastollisesti merkitsevää suoriutumisen kohentumista intervention seurauksena havaittiin niin ikään kahdessa tutkimuksessa kolmesta (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013;  $p < 0,01$ – $p = 0,023$ , kts. taulukko 14). Saunders ym. (2016) eivät havainneet kuntoutuksen kohentavan puheen havaitsemisen taitoja tilastollisesti merkitsevällä tasolla ( $p > 0,12$ ). Sekä Tye-Murray ym. (2017;  $p \leq 0,001$ ) että Barcroft ym. (2016;  $p < 0,0001$ ), jotka eivät raportoineet koehenkilöidensä kuulokojeen käyttökokemusta, totesivat kuntoutuksen olevan vaikuttavaa tilastollisesti merkitsevällä tasolla ainakin jollain testillä arvioituna.

Looi ym. (2012) mittasivat koehenkilöiden kokemusta musiikin nautittavuudesta sekä sitä, miten he kokivat MATP-intervention. 75 % koehenkilöistä koki intervention hyödylliseksi, mutta kokemus musiikin nautittavuudesta ei ollut kohentunut tilastollisesti merkitsevästi kuntoutuksen jälkeen ( $p = \text{NS}$ ). Olson ym. (2013) mittasivat subjektiivista kuntoutusvaikutusta IOI-AI (koehenkilöt) ja IOI-HA (kontrollit) sekä SSQ-kyselylomakkeilla. Koehenkilöt kokivat kuntoutuksen hyödylliseksi IOI-AI:lla mitattuna ( $p = 0,18$ ), mutta sama päti kontrolleihin, joiden osalta mitattiin kuulokojeen hyödyllisyyttä (IOI-HA,  $p$ -arvoa ei raportoitu). Arkielämän kuuntelutilanteiden haastavuutta mittaavassa SSQ-kyselyssä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia ryhmien välillä ( $p = 0,16$ ).



Humes ym. (2019) mittasivat subjektiivista kokemusta PHAP, HHIE ja HASS-lomakkeilla sekä ANL-testillä. Mikään mittareista ei osoittanut kuntoutuksesta olleen koettua hyötyä tilastollisesti merkitsevällä tasolla ( $p > 0,05$ ). Saunders ym. (2016) käyttivät subjektiivisina mittareina APHAP ja HHIE-lomakkeita. Kummallakaan kyselyllä mitattuna kuntoutusta ei koettu tilastollisesti merkitsevällä tasolla hyödylliseksi ( $p = 0,117-0,343$ ).

Neljässä tutkimuksessa kuntoutus toteutettiin laboratorio-oloissa (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Tye-Murray ym., 2017; Barcroft ym., 2016). Lopuissa kymmenessä tutkimuksessa harjoittelu tapahtui tutkimukseen osallistuneiden kotona. Kaikissa laboratoriossa tehdyissä tutkimuksissa kuntoutus todettiin tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaksi ainakin jollain mittarilla arvioituna ( $p < 0,0001-p = 0,01$ , kts. taulukot 13–15). Kotioloissa toteutettujen tutkimusten osalta kuntoutuksen todettiin olleen vaikuttavaa seitsemässä tutkimuksessa kymmenestä. Ainoastaan Saunders ym. (2016), Looi ym. (2012) ja Rishiq ym. (2016) eivät todenneet tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta omissa tutkimuksissaan ( $p = 0,12-0,864$ ).

Subjektiiviseen ilmoitukseen harjoittelumäärästä perustuneissa tutkimuksissa kuntoutus oli vaikuttavaa kahdessa tapauksessa kolmesta; Rishiq ym. (2016) eivät todenneet kuntoutuksesta olleen hyötyä ( $p = 0,12$ ). Objektivistista komplianssin mittausta käyttäneissä tutkimuksissa kaksi tutkimusta seitsemästä raportoi, ettei kuntoutus ollut vaikuttavaa (Looi ym., 2012; Saunders ym., 2016).

Kuntoutusvaikutuksen pysyvyyttä mitattiin viidessä tutkimuksessa (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017). Seurantamittauksen ajankohta vaihteli kahdesta viikosta noin kahdeksaan ja puoleen kuukauteen. Neljässä tutkimuksessa kuntoutuksella saavutettu hyöty puheen havaitsemisessa oli ainakin joiltain osin säilynyt seurantamittauksessa (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Yu ym. 2017, kts. taulukot 13–15). Whittonin ym. (2017) tutkimuksessa sen sijaan kuntoutuksen hyödyt katosivat kahdessa kuukaudessa intervention päätyttyä. Myös Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksessa kuntoutuksen avulla saavutettu parempi puheen havaitsemisen kyky oli säilynyt vain tiheään harjoitelleilla koehenkilöillä ja vain muutaman cLEAR-osatehtävän suhteen.

## 4.2 Kuntoutuksen vaikuttavuuden yhteys harjoittelussa käytettyihin stimuluksiin ja harjoittelun toteuttamiseen liittyviin tekijöihin

Jotta kuntoutuksen vaikuttavuuden yhteyttä harjoittelussa käytettyjen stimulusten kanssa saataisiin helpommin tarkasteltua, tutkimukset jaettiin kolmeen ryhmään intervention tyypin mukaan; tavutason, sana- ja lausetason sekä taajuus- ja kestoerottelua hyödyntävään kuntoutukseen. Lisäksi tutkittiin, toteutettiinko kuntoutus ja arviointi hälyssä vai ilman hälyä. Harjoittelun toteuttamiseen liittyvien tekijöiden osalta aineistoa ryhmiteltiin harjoittelumäärien mukaan. Seuraavaksi käydään läpi tutkimusten tulokset ottaen huomioon kuntoutusmenetelmä, arviointimenetelmä sekä tutkimuksen laatu.

### 4.2.1 Harjoittelussa käytettyihin stimuluksiin liittyvät tekijät

#### *Tavutason kuntoutus*

Tavutason kuntoutustutkimuksia oli katsauksessa mukana kolme (Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Tutkimukset päätuloksineen on kuvattu taulukossa 13. Tavutason testillä arvioituna kuntoutus todettiin vaikuttavaksi kaikissa kolmessa tutkimuksessa ( $p = 0,000$ – $p < 0,05$ ), joskin Yun ym. (2017) tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevä kuntoutusvaikutus saavutettiin vain konsonanteilla, ei vokaaleilla. Lausetason mittareilla arvioituna tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta ei saavutettu Woodsin, Dossin ym. (2015) tutkimuksessa ( $p < 0,12$ ), mutta Yun ym. (2017) tutkimuksessa kuntoutusvaikutus yleistyi myös lausetason materiaaliin ( $p = 0,000$ ).

Taulukko 13. Tavutason kuntoutustutkimukset

Tutkijat	Kuntoutusmenetelmä	Arviointimenetelmä	Tulokset*	Vaikuttavuus
Stecker ym., 2006	CV ja VC -tavut	NST	TG: 10,6 % ja CG: 2,1 % parannus suoriutumisessa	Suoriutumisen paraneminen oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla ( $p < 0.001$ ) ja taitojen kohentuminen jatkui koko kuntoutusperiodin ajan
Woods, Doss ym., 2015	CVC -tavut	CaST HINT QuickSIN	CaST: 9,1 dB SNR parannus suoriutumisessa. Vaikeasti tunnistettavien konsonanttien havaitseminen parani suhteellisesti eniten (16,1 dB SNR) HINT: 0,79 dB SNR parannus suoriutumisessa. QuickSIN: 0,14 dB SNR parannus suoriutumisessa	Suoriutumisen paraneminen oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla CaST-testillä mitattuna ( $p < 0.05$ ), mutta ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä HINT ( $p < 0.12$ ) tai QuickSIN -testeissä ( $p = \text{NS}$ )
Yu ym., 2017	CV -tavut	DASP	DASP, konsonantit: TG: 11,67 % ja CG: 5,34 % parannus suoriutumisessa DASP, vokaalit: TG: 5,72 % ja CG: 5,0 % parannus suoriutumisessa. DASP, lauseet: TG: 10,73 % ja CG: 2,7 % parannus suoriutumisessa	Suoriutumisen paraneminen oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla konsonanttien ( $p = 0.000$ ) ja lauseiden ( $p = 0.000$ ) osalta, mutta ei vokaalien osalta ( $p = \text{NS}$ ). Kuntoutusvaikutus oli säilynyt kaksi viikkoa intervention jälkeen tehdyssä mittauksessa

*Huom.* \* = keskimääräinen suoriutumisen muutos verrattuna lähtötilanteeseen, CaST = California syllable test, CG = Kontrolliryhmä (control group), CV = Consonant-vowel, CVC = Consonant-vowel-consonant, DASP = Developmental assessment of speech perception, dB = desibeli, HINT = Hearing in noise test, NS = Not significant, NST = Nonsense syllable test, QuickSIN = Quick speech in noise test, SNR = Signaali-kohina-suhde (signal to noise ratio), TG = Harjoitteleva ryhmä (training group), VC = Vowel-consonant.

### *Sana- ja lausetason kuntoutus*

Sana- ja lausetason kuntoutustutkimuksia hyväksyttiin tähän kirjallisuuskatsaukseen seitsemän kappaletta (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016; Tye-Murray ym., 2017). Tutkimukset päätuloksineen on kuvattu taulukossa 14.

Barcroftin ym. (2016), Humesin ym. (2019) ja Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksissa kuntoutus oli vaikuttavaa sanatason testeillä mitattuna ( $p < 0,0001-0,01$ ). On huomattava, että kaikki nämä arviointimenetelmät sisälsivät samoja stimuluksia, joilla koehenkilöt olivat harjoitelleet. Olsonin ym. (2013) ja Saundersin ym. (2016) tutkimusryhmien tutkimuksissa kuntoutus ei ollut sanatason arviointimenetelmillä mitattuna vaikuttavaa ( $p =$

0,320–0,864). Kummankin tutkimuksen sanatason testien ärsykkeet olivat erit kuin ne, joilla koehenkilöt olivat harjoitelleet. Voidaan siis ajatella, että ainakaan LACE-ohjelmalla tehty harjoittelu ei systemaattisesti yleisty harjoittelemattomiin sanoihin.

Barcroftin ym. (2016), Humesin ym. (2019), Rishiqin ym. (2016) ja Saundersin ym. (2016) tutkimuksissa kuntoutusvaikutus ei yleistynyt lausetasolla harjoittelemattomaan aineistoon ( $p > 0,05$ – $p = 0,474$ ), mutta Humesin ym. (2019) tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevä kuntoutusvaikutus lausetason testissä havaittiin testistimulusten ollessa samoja harjoiteltujen stimulusten kanssa ( $p < 0,01$ ). Olsonin ym. (2013), Raon ym. (2017) ja Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksissa kuntoutus oli vaikuttavaa lausetason testeillä arvioituna, vaikka testistimulukset olivat koehenkilölle uusia ( $p < 0,001$ – $p = 0,023$ ).

Taulukko 14. Sana- ja lausetason kuntoutustutkimukset

Tutkijat	Kuntoutusmenetelmä	Arviointimenetelmä	Tulokset*	Vaikuttavuus
Barcroft ym., 2016	clEAR; sana- ja lausetason tehtävät	4CD Iowan lausetesti	4CD STG/ST: 17,8 % MTG/ST: 11,6 % CG/ST: 2,8 % STG/MT: 11,4 % MTG/MT: 14,7 % CG/MT: 5,7 % STG/NT: 10,7 % MTG/NT: 8 % CG/NT: 7,2 % Iowan lausetesti STG: 1,38 % MTG: -0,85 % CG: -2,51 %	Neljästä vaihtoehdosta valinnan tehtävässä (4CD) tilastollisesti merkitsevä parannus harjoitelleiden ryhmien suoriutumisessa verrattuna kontrolliryhmään silloin, kun testistimulusten puhuja oli harjoitusaineistosta tuttu ( $p < 0,0001$ ) ja kaikkien ryhmien suoriutumisessa verrattuna lähtötilanteeseen silloin, kun testistimulusten puhuja oli uusi ( $p < 0,0001$ ). Iowan lausetestissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta suoriutumisessa missään ryhmässä tai ryhmien välillä ( $p = \text{NS}$ )
Humes ym., 2019	300 yleistä Amerikan englannin sanaa, lyhyet fraasit ja yleisiä sanoja sisältävät lauseet	CST CID Yleiset sanat Yleisiä sanoja sisältävät lauseet	CST TG: -3 RAU SG: 4 RAU CG: -5 RAU CID TG: -10 RAU SG: -18 RAU CG: -17 RAU Yleiset sanat TG: 20 RAU SG: -5 RAU CG: -6 RAU Yleisiä sanoja sisältävät lauseet TG: 31 RAU SG: -9 RAU CG: -10 RAU	CST:llä mitattuna ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta yhdenkään ryhmän suoriutumisessa tai ryhmien välillä ( $p > 0,05$ ). CID-testin tulokset heikkenivät tilastollisesti merkitsevästi kaikissa ryhmissä verrattuna lähtötilanteeseen ( $p < 0,01$ ). Yleisten sanojen ja yleisiä sanoja sisältävien lauseiden osalta havaittiin tilastollisesti merkitsevä parannus harjoitelleen ryhmän suoriutumisessa verrattuna sekä aktiiviseen että passiiviseen kontrolliryhmään ( $p < 0,01$ )

(jatkuu)

Taulukko 14. Sana- ja lausetason kuntoutustutkimukset; jatkuu

Tutkijat	Kuntoutusmenetelmä	Arviointimenetelmä	Tulokset*	Vaikuttavuus
Olson ym., 2013	LACE-DVD	Nopeutettu puhe QuickSIN SSI	Nopeutettu puhe NTG: 6,8 % ETG: 5,4 % CG: 5,6 % QuickSIN NTG: -2,9 dB SNR ETG: -1,6 dB SNR CG: -0,9 dB SNR SSI NTG: 16 % ETG: 10,1 % CG: -3,7 %	Nopeutetun puheen testissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta suoriutumisessa aikapisteiden ( $p=0.13$ ) tai ryhmien ( $p=0.75$ ) välillä. QuickSIN:llä mitattuna ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta suoriutumisessa ryhmien ( $p=0.23$ ) tai aikapisteiden ( $p=0.056$ ) välillä, mutta efektikoko oli suuri ( $d\geq 0.8$ ) kaikissa ryhmissä. SSI:llä mitattuna harjoitelleiden ryhmien suoriutuminen oli parantunut tilastollisesti merkitsevästi ( $p=0.023$ )
Rao ym., 2017	RMQ	HINT	TG: -2,3 dB SNR CG: 1,5 dB SNR	Harjoitelleen ryhmän suoriutuminen parani tilastollisesti merkitsevästi verrattuna kontrolliryhmään ( $p<0.05$ )
Rishiq ym., 2016	RMQ	MLST-A	MLST-A, AO TG: -0,67 dB SNR CG: 0 dB SNR MLST-A, AV TG: 3,33 dB SNR CG: -2,33 dB SNR	Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa suoriutumisessa intervention jälkeen ( $p=0.12$ )
Saunders ym., 2016	LACE-DVD LACE-PC	WIN Nopeutettu puhe Kilpaileva puhuja R-SPIN	WIN TG-DVD: -0,85 dB SNR TG-PC: -0,7 dB SNR SG: -0,75 dB SNR CG: -0,8 dB SNR Nopeutettu puhe, 45% TG-DVD: 4,9 % TG-PC: 3,3 % SG: 5,45 % CG: 3,85 % Nopeutettu puhe, 65% TG-DVD: 6,55 % TG-PC: 5,8 % SG: 2,7 % CG: 0,95 % Kilpaileva puhuja TG-DVD: -1,45 dB TG-PC: -1,5 dB SG: -0,55 dB CG: -0,9 dB R-SPIN TG-DVD: -0,1 dB TG-PC: 0,3 dB SG: -0,3 dB CG: -0,75 dB	Millään arviointimenetelmällä mitattuna ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien tai eri aikapisteissä tehtyjen mittausten tulosten välillä. Myöskään kuulokojeen käyttöaika ei ollut merkitsevä harjoittelun vaikuttavuuden kannalta. Alla raportoitu ANCOVA:n tuottamat käyntikerran, intervention ja kuulokojeen käyttöajan yhteisvaikutusten p-arvot: WIN: $p=0,320$ , $\eta^2=0,01$ Nopeutettu puhe, 45 %: $p=0,864$ , $\eta^2=0,01$ Nopeutettu puhe, 65 %: $p=0,767$ , $\eta^2=0,01$ Kilpaileva puhuja: $p=0,128$ , $\eta^2=0,02$ R-SPIN: $p=0,474$ , $\eta^2=0,01$

(jatkuu)

Taulukko 14. Sana- ja lausetason kuntoutustutkimukset; jatkuu

Tutkijat	Kuntoutusmenetelmä	Arviointimenetelmä	Tulokset*	Vaikuttavuus
Tye-Murray ym., 2017	cLEAR	cLEAR - tehtävät BAS-lauseet	cLEAR-tehtävät TGS: 8,05 % TGM: 8,7 % BAS-lauseet TGS: 5,1 % TGM: 5,1 %	Kuntoutuksen todettiin parantaneen molempien ryhmien suoriutumista tilastollisesti merkitsevästi sekä cLEAR - tehtävillä ( $p \leq 0.001$ ) että BAS-lauseilla ( $p < 0.001$ ) mitattuna. Kuntoutusvaikutus oli osittain säilynyt tiheään harjoitelleessa ryhmässä 3 kuukauden kuluttua intervention loppumisesta

*Huom.* \* keskimääräinen suoriutumisen muutos verrattuna lähtötilanteeseen. 4CD = 4-choice discrimination, BAS = Build-a-sentence test, CG = Kontrolliryhmä (control group), CID = Central institute for the deaf sentences, cLEAR = Customized learning – exercises for aural rehabilitation, CST = Connected speech test, dB = Desibeli, ETG = Kokeneiden kuuloalokoe käyttäjien ryhmä (experienced training group), HINT = Hearing in noise test, LACE = Listening and communication enhancement, MLST-A = Multimodal lexical sentence test for adults, MT = Usea puhuja (multiple talkers), MTG = Usean puhujan ryhmä (multiple talkers group), N = Koehenkilöiden kokonaislukumäärä, n = Tietyn koehenkilöryhmän jäsenten lukumäärä, NT = Uusi puhuja (new talker), NTG = Uusien kuuloalokoe käyttäjien ryhmä (new training group), Quick-SIN = Quick speech in noise test, RAU = Rationalized arcsine unit, RMQ = Read My Quips, R-SPIN = Revised speech perception in noise test, SG = Plaseboryhmä (sham group), SNR = Signaali-kohina-suhde (signal to noise ratio), SSI = Synthetic sentence identification, ST = yksi puhuja (single talker), STG = yhden puhujan ryhmä (single talker group), TG = Harjoitteleva ryhmä (training group), TGM = Tiheään harjoitteleva ryhmä (massed training group), TGS = Harvaan harjoitteleva ryhmä (spaced training group), WIN = Words in noise test.

### *Taajuus- ja kestoerotteluun perustuva kuntoutus*

Taajuuserotteluun tai äänen kestoon perustuvaa kuntoutusta tehtiin neljässä tutkimuksessa (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Whittton ym., 2017). Tutkimukset päätuloksineen on kuvattu taulukossa 15. Hennigin ym. (2012) tutkimuksessa kuntoutus paransi koehenkilöiden taajuus- ja kestoerottelukykä tilastollisesti merkitsevästi kontrolliryhmään verrattuna ( $p < 0,034$ ), Looi ym. (2012) tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta puolestaan ei havaittu ( $p = \text{NS}$ ). Lessan ym. (2013) tutkimuksessa koehenkilöiden suoriutuminen parani tilastollisesti merkitsevästi sanatasolla mitattuna kuntoutuksen jälkeen kontrolliryhmään verrattuna ( $p = 0,01$ ), mutta Whitttonin ym. (2017) tutkimuksessa taas ei ( $p > 0,1$ ). Sen sijaan lausetason testeillä mitattuna Whitttonin ym. (2017) tutkimuksen koehenkilöt paransivat suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi molemmissa testeissä niin suhteessa lähtötilanteeseen ( $p < 0,02$ ) kuin kontrolliryhmään ( $p < 0,03$ ).

Taulukko 15. Taajuus- ja kestoerotteluun perustuva kuntoutus

Tutkijat	Kuntoutusmenetelmä	Arviointimenetelmä	Tulokset*	Vaikuttavuus
Hennig ym., 2012	MAT	DPS PPS	DPS TG: 14,7 % CG: 3,15 % PPS TG: 6,78 % CG: 0,45 %	Tulosten perusteella harjoitelleen ryhmän kes-ton (DPS) ja taajuuden (PPS) havaitsemiskyky paranivat tilastollisesti merkitsevästi kuntoutuksen seurauksena ( $p < 0,049$ ). Myös ryhmien välisen suoriutumisen ero intervention jälkeisessä mittauksessa oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,034$ ) pääosassa testiosioita
Lessa ym., 2013	MAT	SSW	TG: 5,78 % CG: 6,25 %	SSW-testillä mitattuna havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero suoriutumisessa ryhmien välillä intervention jälkeen ( $p = 0,010$ ). Myös harjoitelleen ryhmän suoriutumisen muutoksen todettiin olevan tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,000$ )
Looi ym., 2012	MATP	MTB Taa-juuserot-telu	MTB TG: 5 % CG: 2,18 % Taajuuserot-telu TG: 5,4 % CG: 3,55 %	Ryhmien välisessä suoriutumisessa interven-tion jälkeen ei havaittu tilastollisesti merkitse-vää eroa ( $p = \text{NS}$ )
Whitton ym., 2017	Audiomoto-rinen peli	WIN Quick-SIN BKBSIN	WIN Ryhmätason tietoja ei ra-portoitu QuickSIN AMG: 28,5 % ATG: -4,7 % BKBSIN AMG: 21,7 % ATG: 4,04 %	WIN-testillä arvioituna ryhmien suoriutumi- sessa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta ( $p > 0,1$ ) harjoittelun tuloksena. Lau- setason testeillä arvioituna audiomotorisen pe- lin avulla harjoitellut ryhmä paransi suoriutu- mistaan tilastollisesti merkitsevästi niin suh- teessa lähtötilanteeseen ( $p < 0,02$ ) kuin verrok- kiryhmääkin ( $p < 0,03$ ). Kuntoutusvaikutus ei ollut säilynyt 2 kk intervention päättymisen jälkeen

*Huom.* \* = Keskimääräinen suoriutumisen muutos verrattuna lähtötilanteeseen. AMG = Auditory memory game, ATG = Auditory tracking game, BKBSIN = Bamford-Kowal-Bench sentences speech in noise test, CG = Kontrolliryhmä (control group), DPS = Test of sequential patterns of duration, MAT = Musical auditory training program, MATP = Music appreciation training program, MTB = Music test battery, PPS = Test of sequential patterns of frequency, QuickSIN = Quick speech in noise test, SSW = Staggered spondaic word test, TG = Harjoitteleva ryhmä (training group), WIN = Words in noise test.

## Häly

Lukuun ottamatta Looi ym. (2012) tutkimusta, kaikissa niissä tutkimuksissa, joissa harjoiteltiin ilman hälyä, kuntoutus oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaa jollakin arviointimenetelmällä mitattuna (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Yu ym., 2017, kts. taulukot 13 ja 15). Kuntoutuksen vaikuttavuuden ja hälyssä/ilman hälyä harjoittelun ja/tai testauksen välillä ei näyttänyt kuitenkaan olevan selkeää

yhteyttä, sillä myös suurimmassa osassa hälyä harjoittelussa käyttäneistä tutkimuksista kuntoutuksen todettiin olleen hyödyllistä tilastollisesti merkitsevällä tasolla (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; kts. taulukot 13–15).

#### 4.2.2 Harjoittelun toteuttamiseen liittyvät tekijät

Harjoittelun toteuttamiseen liittyviä tekijöitä on kuvattu taulukossa 16. Päivätasolla tarkasteltuna harjoittelu oli ainakin jollain mittarilla arvioituna vaikuttavaa, kun harjoiteltava aika päivässä ylitti 30 minuuttia (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017;  $p < 0,0001$ – $0,049$ ). Tutkimuksista, joissa harjoiteltiin päivätasolla 30 minuuttia tai vähemmän, vaikuttavuusnäyttöä saatiin vain Olsonin ym. (2013;  $p = 0,023$ ) ja Raon ym. (2017;  $p < 0,05$ ) tutkimuksissa. Viikkotasolla tarkasteltuna kaikissa niissä tutkimuksissa, joissa harjoiteltiin yli 150 minuuttia viikossa, harjoittelu oli ainakin jollain testillä arvioituna vaikuttavaa (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017;  $p = 0,000$ – $p < 0,05$ ). Tutkimuksista, joissa harjoittelun määrä oli viikkotasolla alle 150 minuuttia, tilastollisesti merkitsevä kuntoutusvaikutus saavutettiin Hennigin ym. (2012), Lessan ym. (2013), Barcroftin ym. (2016) ja Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksissa ( $p < 0,0001$ – $0,034$ ).

Kuntoutukseen käytettyä kokonaisaikaa tarkasteltaessa voidaan todeta kuntoutuksen olleen jollain arviointimenetelmällä mitattuna tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaa niissä tutkimuksissa, joissa harjoittelun määrä ylitti 1300 minuuttia (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015;  $p < 0,001$ – $0,05$ ). Harjoittelun kokonaismäärä ei kuitenkaan vaikuttaisi olevan suoraan yhteydessä kuntoutuksen vaikuttavuuteen, sillä monissa tutkimuksissa, joissa harjoiteltiin runsaastikin alle 1300 minuuttia, saavutettiin tilastollisesti merkitsevä kuntoutusvaikutus. Näitä tutkimuksia olivat Hennig ym. (2012,  $p < 0,034$ ), Lessa ym. (2013,  $p = 0,01$ ), Olson ym. (2013,  $p = 0,023$ ), Rao ym. (2017,  $p < 0,05$ ), Barcroft ym. (2016,  $p < 0,0001$ ), Yu ym. (2017,  $p = 0,000$ ) ja Tye-Murray ym. (2017,  $p < 0,001$ ).



Harjoittelukertoja toteutui viikkotasolla eri tutkimuksissa 1–10 kappaletta. Selvää yhteyttä harjoittelukertojen määrän viikossa ja kuntoutuksen vaikuttavuuden välillä ei havaittu, joskin kaikissa tutkimuksissa, joissa harjoittelufrekvenssi viikkotasolla oli yli viisi, kuntoutuksen todettiin olleen vaikuttavaa tilastollisesti merkitsevällä tasolla ainakin jollain mittarilla arvioituna (Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017; kts. taulukot 13 ja 15). Toisaalta myös monissa tutkimuksissa, joissa harjoiteltiin 1–5 kertaa viikossa, todettiin kuntoutuksen olleen vaikuttavaa (Barcroft ym., 2016; Hennig ym. 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015;  $p < 0,0001-0,05$ ).

Koko kuntoutusjakson aikana eri tutkimuksissa harjoiteltiin 7–56 kertaa. Harjoittelukertojen kokonaismäärän ja kuntoutuksen vaikuttavuuden välillä ei havaittu olevan yhteyttä, sillä kahdessa tutkimuksessa kuntoutuksen todettiin olevan vaikuttavaa jo seitsemän harjoitushetken jälkeen (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; kts. taulukko 15), kun taas Looin ym. (2012) tutkimuksessa 40 kerrankaan kokonaisharjoittelu ei tuottanut tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta (kts. taulukko 15).

Kuntoutusjaksojen kestot vaihtelivat kahden ja 11 viikon välillä. Kuntoutusjakson kestolla ei havaittu olevan suoraa yhteyttä intervention vaikuttavuuteen, joskin jos Looin ym. (2012) tutkimus jätetään huomiotta, oli kuntoutus vaikuttavaa kaikissa tutkimuksissa ainakin jollakin mittarilla arvioituna, kun kuntoutusjakson kesto ylitti neljä viikkoa (Barcroft ym., 2016; Hennig ym. 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015;  $p < 0,0001-0,05$ ). Voidaan siis varovasti todeta, että keskimäärin pidemmät kuntoutusjaksot vaikuttaisivat tuottavan parempia kuntoutustuloksia. Toisaalta myös Tye-Murrayn ym. (2017;  $p \leq 0,001$ ), Olsonin ym. (2013;  $p = 0,023$ ), Raon ym. (2017;  $p < 0,05$ ) ja Yun ym. (2017;  $p = 0,000$ ) tutkimuksissa saavutettiin tilastollisesti merkitsevä kuntoutuksen vaikuttavuustaso jakson lyhyehköstä kestoista huolimatta.

Taulukko 16. Harjoittelun toteuttamiseen liittyviä tekijöitä

Tutkijat	Harjoitus- kerran kesto	Harjoitus- kertoja/vko	Kuntou- tusjakson kesto	Harjoitus- kertojen kokonais- määrä	Harjoitte- luun käytetty aika kuntou- tusjaksolla	Oliko kuntou- tus vaikutta- vaa tilastolli- sesti merkitse- vällä tasolla?
Barcroft ym., 2016	60 min	2	6 vko	12	720 min	4CD: kyllä Iowa: Ei
Hennig ym., 2012*	75 min	1	7 vko	7	525 min	Kyllä
Humes ym., 2019	90-120 min	3	5 vko	15	1350–1800 min	CST: Ei CID: Ei Harjoittelussa käytetty ai- neisto: Kyllä
Lessa ym., 2013	75 min	1	7 vko	7	525 min	Kyllä
Looi ym., 2012	30 min	4	10 vko	40	1200 min	Ei
Olson ym., 2013	30 min	Ka. 5/vko. 20 kertaa 4 viikon aikana	4 vko	20	600 min	Nopeutettu puhe: Ei QuickSIN: Ei SSI: Kyllä
Rao ym., 2017	30 min tai enemmän	5	4 vko	20	600 min	Kyllä
Rishiq ym., 2016	30 min tai enemmän	5	4 vko	20	600 min	Ei
Saunders ym., 2016	30 min	Ka. 5/vko. DVD: 10 ker- taa 2 viikon aikana PC: 20 kertaa 4 viikon ai- kana	DVD: 2 vko PC: 4 vko	DVD: 10 PC: 20	DVD: 300 min PC: 600 min	Ei millään ar- viointimene- telmällä mitat- tuna
Stecker ym., 2006	Keskimää- rin 60 min; vaihtelu- väli n. 35– 70 min	5	8 vko	40	Keskimäärin 2400 min; vaihteluväli 1400–2800 min	Kyllä
Tye-Mur- ray ym., 2017	60 min	TGM: 10 (2 harjoitus- kerta/pvä, 5x/vko) TGS: 2	TGM: 2 vko TGS: 10 vko	TGM: 20 TGS: 20	TGM: 1200 min TGS: 1200 min	Kyllä kaikilla arviointimene- telmillä mitat- tuna
Whitton ym., 2017	30–60 min	210 min/vko = 3,5–7 krt/vko	8 vko	28–56	1680 min	WIN: Ei QuickSIN: Kyllä BKBSIN: Kyllä (jatkuu)

Taulukko 16. Harjoittelun toteuttamiseen liittyviä tekijöitä; jatkuu

Tutkijat	Harjoitus- kerran kesto	Harjoitus- kertoja/vko	Kuntou- tusjakson kesto	Harjoitus- kertojen kokonais- määrä	Harjoitte- luun käytetty aika kuntou- tusjaksolla	Oliko kuntou- tus vaikutta- vaa tilastolli- sesti merkitse- vällä tasolla?
Woods, Doss ym., 2015	60 min	5	>11 vko	40	2400 min	CaST: Kyllä HINT: Ei QuickSIN: Ei
Yu ym., 2017	40 min tai enemmän	6	4 vko	24	960 min	Kyllä, paitsi vokaalien osalta

\* = oletuksena, että tutkijaryhmä käytti samaa menetelmää kuin Lessa ym. (2013). 4CD = 4-choice discrimination, BKBSIN = Bamford-Kowal-Bench sentences speech in noise test, CaST = California syllable test, CID = Central institute for the deaf sentences, CST = Connected speech test, HINT = Hearing in noise test, KH = Koehenkilö, QuickSIN = Quick speech in noise test, SSI = Synthetic sentence identification, TGM = Tiheään harjoitteleva ryhmä (massed training group), TGS = Harvaan harjoitteleva ryhmä (spaced training group), WIN = Words in noise test.

## 5 POHDINTA

Tässä luvussa pohditaan mahdollisia syitä siihen, miksi tutkimuksissa on saatu raportoidun kaltaisia tuloksia. Lisäksi tarkastellaan tämän katsauksen reliabiliteettia ja validiteettia sekä maalataan suuntaviivoja tulevan tutkimuksen tarpeille ja tehokkaille kliinisille käytännöille.

### 5.1 Tutkimustulosten arviointi

#### 5.1.1 Yleiset vaikuttavuuteen liittyvät tekijät

##### *Otoskoko*

Tämän katsauksen tutkimusten tulosten perusteella ei kannattane luottaa pelkkään otoskoon kuntoutusmenetelmän vaikuttavuuden osoittajana; sekä pienten että suurempien otosten tutkimuksissa oli saatu niin nollatuloksia (Looi ym., 2012; Saunders ym., 2016) kuin näyttöä kuntoutuksen vaikuttavuudesta (Barcroft ym., 2016; Whittton ym., 2017). Vaikka otoskoon kasvaessa voidaan perustellusti ajatella myös näytön tietyn menetelmän toimivuudesta vahvistuvan, ei otoskoko yksinään kerro paljoakaan tutkimuksen tulosten yleistettävyydestä tai intervention efektistä. Tutkimuksen toteuttamiseen liittyvät menetelmälliset tekijät sekä koehenkilöiden valinta ovat hyvin suuressa osassa siinä, missä määrin tulosten voidaan ajatella kuvastavan koko populaation ominaisuuksia (Gheondea-Eladi, 2014; Prajapati, Dunne & Armstrong, 2010). Tähän katsaukseen hyväksytyjen tutkimusten osalta sekoittavien tekijöiden kontrollointi oli varsin puutteellista (ja kotona toteutetussa kuntoutuksessa mahdotontakin) kautta linjan. Lisäksi vain neljässä katsauksen tutkimuksista (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Saunders ym., 2016) oli tehty voima-analyysi ja määritetty efektikokoa, mikä heikentää etenkin pienten otosten tutkimusten kykyä osoittaa mahdollista kuntoutusvaikutusta (Whitley & Ball, 2002). Kuten Whitley ja Ball (2002) osuvasti toteavat; ”absence of evidence is not evidence of absence”, eli todistusaineiston puuttuminen ei ole osoitus siitä, ettei ilmiötä ole olemassa.

Kymmenessä tämän katsauksen tutkimuksista koehenkilöotos oli alle kolmekymmentä (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015; Whittton ym., 2017; Yu ym., 2017). Pieniä koehenkilöpopulaatioita käyttävien tutkimusten tulosten yleistäminen

on vaikeaa ja tilastollinen voima heikko (Nummenmaa, 2006, s. 142–143; Whitley & Ball, 2002) sillä pienestä otoksesta on vaikeampaa tehdä normaalijakaumaoletuksia, mikä puolestaan vaikuttaa siihen, kuinka voimakkaita tilastollisia testejä voidaan käyttää (Nummenmaa, 2006, s. 142–143). Nummenmaa (2006, s. 26) esittää, että tutkimuksissa, joissa halutaan selvittää muita kuin vahvasti biologisesti määräytyviä ominaisuuksia, otoskoon tulisi olla vähintään sadan koehenkilön luokkaa.

Kolikon käänttöpuolena voidaan argumentoida, että laajojen kuntoutustutkimusten suunnittelu ja toteuttaminen on erittäin aikaa vievää ja kallista, mistä syystä pienet tutkimukset puoltavat paikkaansa puheterapian kentällä. Lisäksi suurten tutkimuspopulaatioiden rekrytoiminen voi olla vaikeaa, vaikka kuulovika onkin yksi yleisimmistä aikuisiän sensorisista defekteistä. Näin ollen pienten populaatioiden otoksilla saadaan suuntaa siitä, mikä puheen havaitsemisen kuntoutuksessa voi toimia ja mikä puolestaan vaikuttaa hyödyttömältä. Lupaavien interventioiden tutkimusta voidaan kenties tulevaisuudessa laajentaa suurempiin otoksiin, ja hyvin toteutettuna pienenkin otoskoon tutkimus voi tarjota arvokasta tietoa erilaisten kuntoutusmenetelmien- ja asetelmien toimivuudesta. Esimerkiksi huolellisella voima-analyysillä ja efektikoon manipuloinnilla voidaan arvioida, miten tutkimuksen koehenkilöiden tulokset suhteutuvat koko populaatioon (Whitley & Ball, 2002).

### *Kuntoutusvaikutuksen yleistyminen, oppimisvaikutus ja pysyvyysvaikutus*

Osassa tämän katsauksen tutkimuksista havaittiin harjoiteltujen stimulusten yleistymistä ärsykkeisiin, joita ei ollut suoraan harjoiteltu kuntoutuksen aikana (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017), mikä on tietenkin toivottava tilanne. Mielenkiintoista on, että kaikki taajuus- ja kestoerotteluun perustuvaa kuntoutusta kokeilleet tutkimukset Looi ym. (2012) tutkimusta lukuun ottamatta olivat tässä joukossa. Whitton ym. (2017) selittävät tutkimuksensa tuloksia onnistuneella toiminnanohjauksen kontrollilla ja kielellistä merkitystä kantamattomien auditiivisten stimulusten erottelua yhdistäneellä harjoitusohjelmalla, Lessa ym. (2013) puolestaan musiikin suotuisalla vaikutuksella vasemman aivopuoliskon toimintoihin. Muitakin mahdollisia selittäviä tekijöitä on olemassa; ensinnäkin Lessan ym. (2013) ja Hennigin ym. (2012) tutkimuksissa ei mainittu akklimatisaatioperiodia lainkaan. Mikäli kuntoutusjakso on aloitettu heti kuulokojesovituksen jälkeen,

selittynee ainakin osa suotuisasta kehityksestä yksinkertaisesti kuulokojeen avulla saavutetulla paremmalla äänten kuuluvuudella. Whittonin ym. (2017) tutkimuksen koehenkilöt olivat kokeneita kuulokojeen käyttäjiä, joten heidän tuloksiaan akklimatisaatio ei selitä. Testioppimisella voi kuitenkin olla tässä osansa; vaikka eri testikerroilla käytetyt stimuluset olisivatkin erit, jo tilanteen ja tehtävän tuttuus voi parantaa suoriutumista myöhemmillä testauskerroilla (Parks & Yonelinas, 2015). Mitä Looi ym. (2012) tutkimukseen tulee, tutkijaryhmä itse toteaa, ettei intervention tavoite edes ollut ensisijaisesti parantaa puheen havaitsemisen kykyä, vaan auttaa kuulovikaisia nauttimaan musiikista enemmän. Tutkijaryhmä arveli, etteivät heidän kuulokojetta käyttävät koehenkilönsä olleet tarpeeksi huonokuuloisia hyötyäkseen harjoittelusta merkittävästi.

Osassa tutkimuksista oli mitattu kuntoutusvaikutuksen pysyvyyttä (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017). Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että tehtäväkohtainen (on-task) oppiminen on pysyvämpää laatua kuin yleistävä oppiminen; ainoastaan Yun ym. (2017) tutkimuksessa pysyvyydsvaikeus oli säilynyt lausetasoisissa ärsykkeissä seurantamittauksessa. Toisaalta Yu ym. (2017) toteuttivat seurantamittauksensa vain kaksi viikkoa kuntoutusjakson päättymisen jälkeen, joten pitkäaikaisesta yleistymisvaikutuksen pysyvyydestä ei heidän tutkimuksensa perusteella voida tehdä päätelmiä. Onkin mahdollista, että neuraaliseen adaptaatioon ja hermoverkkojen uudelleen järjestäytymiseen liittyvä yleistävä oppiminen vaatii pidempikestoisen harjoittelujakson, sekä mahdollisesti harjoittelun jatkamisen osana yksilön arkea. Näin ollen voitaisiin ajatella hyödylliseksi uuden kuulokojekäyttäjän kuntoutuksen aloittaminen tehtäväkohtaisen oppimisen harjoitteilla, joissa tuloksia nähdään jo lyhyen harjoittelun jälkeen. Tämän lisäksi yksilöä tulisi kannustaa myös pidemmän aikavälin yleistävää oppimista tukevaan harjoitteluun.

### *Kuulovian aste ja puheen havaitsemisen kyky*

Kuulovian asteella ei tässä katsauksessa havaittu olevan suoraa yhteyttä tutkimusten tulosten kanssa, kenties koska kaikkien tutkimusten koehenkilöiden kuulonalenemaa oli kompensoitu kuulokojeella. Äänten vaimenemisesta johtuvat kuulo-ongelmat ovatkin tehokkaasti ratkaistavissa kuulon apuvälineen hankinnalla ja käytöllä (Mulrow ym., 1992; Yueh ym., 2001). Voidaankin ajatella, että kun äänten vaimenemisesta johtuva puheen havaitsemisen defekti on korjattu esimerkiksi kuulokojeen avulla, on absoluuttista

kuulovian astetta merkitsevämpää yksilön kyky ymmärtää havaitsemaansa puhesignaalia (Boothroyd, 2010).

Kolmessa tämän katsauksen tutkimuksista raportoitiin alkumittauksessa puheen havaitsemisen kyvyiltään heikoimpien parantaneen suoritustaan eniten loppumittauksessa (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Stecker ym., 2006). Samansuuntaisia tuloksia on saatu aiemmissakin tutkimuksissa (Song, Skoe, Banai & Kraus, 2011; Sweetow & Sabes, 2007). Tutkimusnäytön perusteella kuntoutusta siis kannattaa suositella etenkin niille, joilla on eniten vaikeuksia puheen havaitsemisessa.

Suurimmassa osassa tämän katsauksen tutkimuksista koehenkilöitä ei ollut jaettu ryhmiin lähtötason testisuoriutumisen perusteella (Barcroft ym., 2016; Hennig ym. 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2017; Saunders ym., 2016; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Tämä voi osaltaan selittää nollatuloksia joissakin tutkimuksissa ja toisaalta vahvaa kuntoutusvaikutusta toisissa; mikäli henkilö on uusi kuulokojeen käyttäjä, joka on alkukartoituksessa suoriutunut heikosti, on todennäköistä, että kuntoutus tuottaa nopeasti vaikuttavia tuloksia, mikäli yksilö sitoutuu harjoitteluun (Humes ym., 2019; Pizarek ym., 2013). Toisaalta kokenut kuulokojeen käyttäjä, jonka puheen havaitsemisen taidot ovat jo lähtökohtaisesti hyvät, ei välttämättä hyödy interventiosta huomattavasti (Dubno, 2013). Tästä syystä olisi suotavaa ottaa huomioon yksilöiden lähtötaso ja peilata tutkimuksen tuloksia siihen. Pienten otantojen tutkimuksissa jo vähäiset epäsymmetriat koehenkilöpopulaatiossa voivat vaikuttaa huomattavasti siihen, todetaanko intervention olevan vaikuttavaa tilastollisesti merkitsevällä tasolla (Nummenmaa, 2006, s. 142–143; Whitley & Ball, 2002).

#### *Kuulokojeen käyttöaika ja kuulokojetyyppi*

Tämän katsauksen perusteella sekä uudet että kokeneet kuulokojeen käyttäjät voivat hyötyä kuulokojeen käytön ohella tarjotusta puheen havaitsemisen kuntoutuksesta (Hennig ym. 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Stecker ym., 2006; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Tämä on linjassa aiempien tutkimustulosten kanssa (kts. esim. Stropahl ym., 2020; Sweetow & Sabes, 2006). Lisäksi on arveltu, että uudet käyttäjät saattavat hyötyä puheen havaitsemisen taitojen parantamiseen kohdentuvasta interventiosta kokeneita enemmän (Kappel, Moreno

& Buss, 2011). Tämän katsauksen perusteella uudestaan käyttäjät eivät kaikissa tutkimuksissa hyötynet kuntoutuksesta (Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016) ja toisissa puolestaan myös kokeneet käyttäjät hyöttyivät paljon (Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Yhteistä Rishiqin ym. (2016) ja Saundersin ym. (2016) tutkimuksille oli, että molemmissa koehenkilöille sovitettiin ennalta määrätty kojetyyppi, jota henkilön tuli käyttää koko tutkimuksen ajan. Saundersin ym. (2016) tutkimuksessa myös säädöt oli valmiiksi määritetty, Rishiq ym. (2016) puolestaan raportoivat säätäneensä kojeen asetuksia koehenkilön toiveiden mukaan. On kuitenkin mahdollista, etteivät kummassakaan tutkimuksessa käytetyt kuulokojeet syystä tai toisesta olleet optimaalisia suurimmalle osalle koehenkilöistä, mikä on voinut vaikuttaa tutkimusten tuloksiin. Whittonin ym. (2017) ja Woodsin, Dossin ym. (2015) tutkimuksissa koehenkilöt käyttivät omia tuttuja kojeitaan koko kuntoutusperiodin ajan, mikä on saattanut edesauttaa kuntoutuksesta saatua hyötyä.

Koska kaikissa tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa ei mainittu millainen kuulokoje koehenkilöillä oli käytössään, ei voida tietää, onko kuulokojeen tyypillä ollut merkittävää vaikutusta tutkimusten tuloksiin. Stecker ym. (2006) mainitsivat artikkelissaan, että heidän monikanavaisia kojeita käyttäneet koehenkilönsä hyöttyivät kuntoutuksesta keskimäärin enemmän kuin kaksikanavaisia tai lineaarisia kojeita käyttäneet koehenkilöt. Erään toisenkin tutkimuksen mukaan monikanavaiset kuulokojeet mahdollistavat paremman kuulohavainnon kuin lineaariset (Yund, Roup, Simon & Bowman, 2006). Toisaalta esimerkiksi Rishiqin ym. (2016) tutkimuksen koehenkilöt käyttivät edistyneitä, 16-kanavaisia kojeita, eikä kuntoutus tästä huolimatta saavuttanut tilastollisen merkitsevyyden tasoa. Voitaneen siis todeta, että mahdollisuus hyötyä puheen havaitsemisen kuntoutuksesta riippuu käytetyn kuulon apuvälineen ohella hyvin monesta muustakin seikasta.

#### *Kuntoutuksen toteutuspaikka ja harjoituskomplianssi*

Tämän katsauksen perusteella vaikuttaisi siltä, että komplianssilla on merkitystä kuntoutuksesta saataviin tuloksiin (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Viitteitä tästä on saatu muissakin tutkimuksissa (Abrams ym., 2015; Chisolm ym., 2013). Tässä katsauksessa kaikissa laboratoriossa tehdyissä tutkimuksissa (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Tye-Murray ym., 2017)



kuntoutus oli vaikuttavaa ainakin joiltain osin, joskaan tulokset eivät välttämättä selity pelkästään komplianssilla, vaan myös vähäisempi sekoittavien tekijöiden määrä harjoitteluun liittyen voi olla osasyynä tuloksiin. Kotioloissa harjoitelleet koehenkilöt eivät välttämättä noudattaneet annettuja harjoitteluohjeita (esim. etäisyyttä laitteesta, äänenvoimakkuuden pitämistä konstanttina jne.) yhtä tarkasti kuin laboratorio-oloissa harjoitelleet.

Harjoittelun ja testaamisen tapahtuminen samassa paikassa on voinut lisätä harjoittelun tuttuusvaikutusta (encoding specificity principle) laboratoriossa toteutetuissa tutkimuksissa; on todettu, että oppiminen on tehokkainta silloin, kun harjoitteluympäristö ja yksilön sisäinen tila vastaavat toisiaan mahdollisimman paljon (Parker, Kaplan, Volante, Abich & Sims, 2020; Reder, Anderson & Bjork, 1974). Käytännössä tämä siis tarkoittaa, että koska laboratoriossa harjoittelu oli koehenkilöille tuttua, ja koska testaaminen tapahtui samanlaisessa ympäristössä kuin harjoittelu, on yksilö voinut harjoittelun aikana rakentaa paikkasidonnaisia mielikuvia, jotka auttoivat häntä arviointitilanteessa. Kotonaan harjoitelleille koehenkilöille arviointitilanne oli harjoittelutilanteesta ympäristöltään varsin poikkeava, joten ympäristöön liittyvää oppimista ei voitu hyödyntää arviointitilanteessa optimaalisesti. Toisaalta monet tutkimukset, joissa harjoittelu toteutettiin kotioloissa, totesivat kuntoutuksen olleen vaikuttavaa (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Stecker ym., 2006; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Näistä Steckerin ym. (2006), Woodsin, Dossin ym. (2015) ja Humesin ym. (2019) vaikuttavuutta osoittaneet tulokset saavutettiin niissä testeissä, joiden stimuluksia koehenkilöt olivat harjoitelleet. Raon ym. (2017), Whittonin ym. (2017) ja Olsonin ym. (2013) tutkimuksissa kuntoutusvaikutus yleistyi myös harjoittelemattomiin stimuluksiin. Whittonin ym. (2017) tuloksia voi selittää se, että koehenkilöt tekivät myös testit kotoaan käsin ja tulokset lähetettiin sähköisesti analysoitaviksi tutkijoille, jolloin koehenkilöt pääsivät optimaalisesti hyödyntämään ympäristöön liittyvää tuttuusvaikutusta. Raon ym. (2017) ja Olsonin ym. (2013) kuten Whittoninkin ym. (2017), koehenkilöt olivat lisäksi kaikki korkeasti koulutettuja, mikä on saattanut auttaa heitä testioppimisessa ja harjoitteluvaikutuksen yleistämisessä muuhun aineistoon (Minnaert & Janssen, 1998). Lisäksi on huomattava, että Olsonin ym. (2013) tutkimuksen koehenkilökato oli varsin suuri, mikä on voinut aiheuttaa biasta tuloksiin; kenties vain motivoituneimmat koehenkilöt ovat jatkaneet tutkimuksen loppuun saakka. Raon ym. (2017) tutkimuksessa puolestaan kontrollit suoriutuivat

heikommin kuntoutusjakson jälkeisessä arvioinnissa, mikä on voinut aikaansaada virheellisen tulkinnan tilastollisesti merkitsevästä erosta koehenkilöryhmien välillä.

Kaikkien tutkimusten osalta on lisäksi huomioitava testioppimisen mahdollisuus; aina kun yksilö altistetaan saman tyyppiselle arviointitilanteelle useamman kuin yhden kerran, on todennäköistä, että myöhemmät arvoinnit sujuvat jouhevammin jo tilanteen tuttuuden takia; yksilö osaa ennalta valmistautua tuleviin tehtäviin ja tietää, minkä tyyppistä suoritusta häneltä odotetaan. Näin ollen, vaikka kukin arviointi suoritettaisiinkin eri stimuluksilla, jo tehtävätyypin tuntemus auttaa rajoittamaan mahdollisten vastausten määrää. Esimerkiksi hälylausetestien lauseet on rakennettu tietyllä tavalla, mikä voi helpottaa vastauksen arvaamista (Woods, Doss ym., 2015).

Kaikkien tutkimusten komplianssin raportoitiin olleen hyvä. Tähän on voinut vaikuttaa muun muassa koehenkilöille maksettu korvaus tutkimukseen osallistumisesta sekä tietoinen sitoutuminen harjoitteluun ja haluttomuus ”tuottaa pettymystä” tutkijoille. Rahallinen korvaus tutkimukseen osallistumisesta tarjottiin ainakin seitsemässä tutkimuksessa (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Saunders ym., 2016; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Varma ei siis ole, olisivatko koehenkilöt harjoitelleet, mikäli toiminnasta ei olisi ollut luvassa palkkiota.

#### *Puheen havaitsemiseen liittyvät kognitiiviset taidot sekä synteettinen ja analyyttinen puheen havaitsemisen kuntoutus*

Tämän katsauksen aineiston perusteella näyttöä saatiin sekä analyyttisen bottom-up että synteettisen top-down-kuntoutuksen puolesta (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Olson ym., 2013; Steckers ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Foneemi- ja tavutasolla operoivien puheen havaitsemisen kuntoutusohjelmien ounastellaan perustuvan suurempien puheyksiköiden havaitsemisen helpottumiseen äänteiden ja/tai tavujen helpottuneen tunnistamisen kautta; kun yksittäisiin foneeihin ei tarvitse kiinnittää niin paljoa huomiota, vapautuu kognitiivista kapasiteettia kielellisen sisällön ja asiakokonaisuuden käsittelyyn (Zekveld, Heslenfeld, Festen & Schoonhoven, 2006). Toisaalta top-down prosesseihin perustuvan kuntoutuksen avulla voidaan oppia suuntaamaan tarkkaavuutta ja hyödyntämään kielellistä kontekstia entistä tehokkaammin (Kintsch, 2005;

Sweetow & Palmer, 2005). Kaikille maailman puheen välityksellä informaatiota välittäville kielille yhteistä on niiden perustuminen foonien keston ja taajuuden vaihteluihin (Warner, 1998), ja tähän taitoon taajuus- tai kestoerottelua hyödyntävä kuntoutus pureutuu. Musiikillisia komponentteja sisältävän kuntoutuksen voidaan lisäksi ajatella aktivoivan vasenta hemisfääriä, jolloin aivopuoliskojen yhteistyö saattaa kompensoida puheen havaitsemisen vaikeutta (Fujioka, Ross, Kakigi, Pantev & Trainor, 2006; Patel, 2014; Shahin, 2011).

Aikuisiän kognitiivisten toimintojen on osoitettu olevan yhteydessä muun muassa koulutukseen, varallisuuteen ja virikkeitä sisältävään elämäntapaan (Bosma ym., 2002; Cagney & Lauderdale, 2002; Evans ym., 1993; Lee, Kawachi, Berkman & Grodstein, 2002; Schmand, Smit, Geerlings & Lindeboom, 1997; Zhang ym., 2015). Erot näissä tekijöissä tutkimusten ja koehenkilöiden välillä ovat voineet osaltaan vaikuttaa tutkimusten eriäviin tuloksiin. Kaikissa tutkimuksissa, joissa koehenkilöiden raportoitiin olleen korkeasti koulutettuja, kuntoutus todettiin vaikuttavaksi (Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Whitton ym., 2017). Toisaalta myös Hennigin ym. (2012) tutkimuksessa kuntoutus todettiin vaikuttavaksi, vaikka koehenkilöt olivat suorittaneet vain peruskoulun, tai eivät sitäkään. Tämän tutkimuksen osalta kuntoutuksen vaikuttavuutta voivat kuitenkin selittää myös muun muassa mahdollinen akklimatisaatioperiodin puuttuminen sekä koehenkilöiden valikoituminen tutkimukseen oman motivaation ja halukkuuden perusteella. Lisäksi osa kuntoutus- ja arviointimenetelmistä vaatii toisia enemmän kognitiivista ponnistelua; esimerkiksi oikean vastauksen hakeminen rajatusta ärsykejoukosta on helpompaa kuin avoimeen kysymykseen vastaaminen. Niin ikään edullinen signaali-kohinasuhde vähentää tarvittavan ponnistelun määrä verrattuna heikkoon signaalin voimakkuuteen ja audio-visuaalinen syöte on helpommin havaittavissa oikein kuin pelkkä kuulonvarainen ärsyke. Myös nämä tekijät ovat saattaneet vaikuttaa tutkimusten tuloksiin.

### *Tutkimuksen laatu*

Tämän katsauksen tutkimuksista korkeatasoisiksi luokiteltiin neljä (Humes ym., 2019; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015), keskitasoisiksi yhdeksän (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Looi ym., 2012; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Rishiq ym., 2016; Saunders ym., 2016; Whitton ym., 2017; Yu ym., 2017) ja heikkotasoisiksi yksi (Barcroft ym., 2016). On kuitenkin huomattava, että RoB2 ja

ROBINS-I-laadunarviointimittarit ohjaavat tarkastelemaan tutkimusta hieman eri tavoin; RoB2 on satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten arviointiväline, ROBINS-I puolestaan sellaisten tutkimusten, joissa ei ole toteutettu esimerkiksi täydellistä satunnaistamista, tai joissa ei ole kontrolliryhmää (Sterne ym., 2016; Sterne ym., 2019). Näin ollen RoB2 arviointityökaluna asettaa tarkasteltavalle tutkimukselle erilaisia vaatimuksia laadun suhteen kuin ROBINS-I. Tämän katsauksen tutkimuksista Saundersin ym. (2016) ja Whittonin ym. (2017) tutkimukset arvioitiin RoB2:lla, loput kaksitoista ROBINS-I:lla.

Mitä heikomman laatuluokituksen tutkimus saa, sitä suuremmalla todennäköisyydellä siinä esiintyy jonkinlaista harhaa. Barcroftin ym. (2016) tutkimuksessa merkittävä biasin riskitekijä oli koehenkilöiden aiempi osallistuminen saman tutkijaryhmän tutkimuksiin; tutkijoilla oli jo entuudestaan tietoa koehenkilöiden kyvyistä ja suoriutumisesta. Myös Hennigin ym. (2012) tutkimus on lähellä heikkolaatuisuuden rajaa, pääasiassa puutteellisen tietojen raportoinnin vuoksi. Laadultaan paremmiksi luokitelluissa tutkimuksissa oli puutteita muun muassa sekoittavien tekijöiden kontrollointiin liittyen. Lisäksi minkään tutkimuksen osalta ei ole todistusaineistoa siitä, että metodologiset päätökset esimerkiksi tilastollisten menetelmien osalta on tehty ennen tutkimuksen suorittamista. Näin ollen on syytä suhtautua varauksella myös parempilaatuisiksi luokiteltujen tutkimusten tuloksiin.

Kaikissa arviointimenetelmissä on puutteita ja ongelmia, eikä niihin kannata sokeasti luottaa tutkimuksen laadun määrittäjinä; muun muassa puutteellinen tietojen raportointi arvioitavissa tutkimuksissa sekä arviointiohjeiden ylimalkaisuus jättävät paljon varaa arviointia tekevän omille tulkinnoille ja päätelmille (Bertizzolo, Bossuyt, Atal, Ravaud & Dechartres, 2019). Lisäksi tehdyt johtopäätökset tutkimusten tasosta voivat vaihdella käytetystä työkalusta riippuen (Armijo-Olivio, Stiles, Hagen, Biondo & Cummings, 2010). Cochranen kehittämät RoB2 ja ROBINS-I pyrkivät seulomaan tutkimusbiasta järjestelmällisesti ja useammalla osa-alueella, mutta siitä huolimatta päätös tutkimuksen laadun asteesta on monesti hyvin tulkinnanvarainen. Tämä voi vääristää tutkimuksen perusteella interventioista tehtyjen johtopäätösten luotettavuutta, mikä näytön asteen laajemmissa arvioinneissa, kuten systemaattisissa katsauksissa ja meta-analyyseissa, voi näytettyä virheellisinä tulkintoina kuntoutusmenetelmän toimivuudesta (Barcot ym., 2019). Näin ollen on syytä suhtautua varauksella systemaattisten katsausten ja meta-analyysien tarjoamaan tietoon. Tämänhetkinen tutkimusnäyttö osoittaa, että Cochranen RoB2 ja ROBINS-I-työkalujen käytössä on paljon tutkijakohtaista vaihtelua, mikä johtaa

mahdolliseen biakseen tehdyissä tutkimuskoonneissa (Armijo-Olivio ym., 2014; Minozzi, Cinquini, Gianola, Gonzalez-Lorezo & Banzi, 2020; Puljak ym., 2020).

### 5.1.2 Stimulusiin liittyvät tekijät

#### *Tavutason kuntoutus*

Tämän katsauksen aineistossa oli mukana kolme tutkimusta, joissa havainnoitiin tavutassolla operoivan kuntoutusohjelman vaikuttavuutta puheen havaitsemisen kykyyn (Stecker ym., 2006; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Kaikissa kolmessa tutkimuksessa todettiin kuntoutuksen olleen vaikuttavaa tavutason testillä arvioituna, mutta vain Yun ym. (2017) tutkimuksessa kuntoutusvaikutus yleistyi lausetason materiaaliin. On mahdollista, että DASP-testin lausemateriaali on ominaisuuksiltaan sellainen, että yleistymisvaikutus on helpompi saavuttaa (esim. suljettuihin vastuksiin perustuva tai sekä audittiivista että visuaalista modalityä hyödyntävä), tai kenties Yun ym. (2017) tutkimuksen koehenkilöpopulaation ominaisuudet poikkesivat kahden muun tutkimuksen vastaavista joiltakin merkittävilta osin. DASP-arviointimateriaalin kuvaus on saatavilla vain koreaksi (Song ym., 2010), joten tämän kirjallisuuskatsauksen tekijän on kielitaitorajoitteidensa vuoksi vaikea ottaa kantaa arviointimenetelmän mahdolliseen vaikutukseen tutkimuksen tuloksiin.

Sekä Woods, Doss ym. (2015) että Stecker ym. (2006) argumentoivat tavutason harjoittelun puolesta sen potentiaalisen yleistymisvaikutuksen vuoksi. Steckerin ym. (2006) mukaan hyvä tavujen erottelukyky on suorassa korrelaatiossa verbaalisen muistin kanssa, mikä teoriassa voi parantaa suurempien puheyksikköjen tunnistamista. Woods, Doss ym. (2015) puolestaan perustelee tavutason harjoittelun hyödyllisyyttä sen open-set-luonteella; heidän mukaansa heidän aineistonsa tavujen foneemit eivät ole toisistaan riippuvaisia, mikä pakottaa perseptuaaliseen oppimiseen proseduraalioppimisen sijaan. Perseptuaalisella oppimisella tarkoitetaan top-down-prosesseja hyödyntävää oppimista, proseduraalisella puolestaan tiettyyn tehtävään tai toimintoon liittyvää oppimisprosessia (Britannica, 2021; Koziol & Budding, 2012). Foneettisesti tarkasteltuna jokainen tuotettu äänne vaikuttaa toiseen, mikäli tuotetaan useamman kuin yhden foonin puhunnos, mutta Woods, Doss ym. (2015) tarkoittanevat esimerkillään sitä, että heidän aineistonsa on yksittäiseen kieleen liittyvistä rajoitteista vapaa, eivätkä heidän ”tavunsa” noudata

esimerkiksi englannin kielen tavunmuodostamissääntöjä, joissa tietty foneemi ei voi toteutua tietyssä äänneympäristössä, toteutuu välttämättä tietyssä äänneympäristössä tai niin edelleen. Steckerin ym. (2006) ja Woodsin, Dossin ym. (2015) näkökulmat eivät suinkaan ole toisiaan poissulkevia, vaan pikemminkin täydentävät toisiaan; on varsin uskottavaa, että tavujen helpottunut tunnistaminen vapauttaa työmuistia muihin tehtäviin, ja toisaalta tarkka, vaihtelevien ärsykkeiden kuuntelu parantaa puheen havaitsemisen taitoja. Samalla logiikalla ajateltuna myös kielelle ominaisten tavurakenteiden harjoittelu voi olla hyödyllistä ja kenties mahdollistaa nopeamman kuntoutusvaikutuksen; mikäli yksilön kyky havaita oman kielen tavuja tarkasti ja oikein helpottuu tai automatisoituu, vapautuu häneltä tiedonkäsittelykapasiteettia puhunnoksen semanttisen sisällön ymmärtämiseen (McCoy ym., 2005; Wingfield, Tun & McCoy, 2005; Zekveld ym., 2006).

### *Sana- ja lausetason kuntoutus*

Katsaukseen hyväksytyistä seitsemästä sana- ja lausetason kuntoutustutkimuksesta näyttöä intervention vaikuttavuudesta saatiin viidessä (Barcroft ym, 2016; Humes ym., 2019; Olson ym., 2013; Rao ym., 2017; Tye-Murray ym., 2017). Humesia ym. (2019) lukuun ottamatta kaikkien tutkimusten kuntoutusmenetelmät perustuivat audiovisuaaliseen harjoitteluun. LACE:ssa ja cLEAR:ssa on erilaisia osatehtäviä, RMQ:ssa puolestaan harjoitellaan vain ristisanatehtäviä adaptoituvalla vaikeustasolla. LACE sisältää lisäksi muun muassa kommunikaativinkkejä sekä ohjeita hyvien kommunikaatiostrategioiden käyttöön. LACE ja RMQ-harjoittelu perustuvat avoimeen vastaamiseen, eli kuntoutujan on haettava oikea vastaus kaikkien mahdollisten lekseemien joukosta. LACE:ssa tosin vastaaminen perustuu ”kyllä” ja ”ei” -vastauksiin ainakin joissakin osatehtävissä, joten harjoittelija itse määrittää, havaitsiko esitetyn stimuluksen mielestään oikein. RMQ:ssa puolestaan vastaus täytyy kirjoittaa ristikkoon. cLEAR:ssa hyödynnetään suljettuun vastaamiseen perustuvaa harjoittelua, eli harjoittelijalle tarjotaan 3–5 vaihtoehtoa, joiden joukosta hänen tulee valita oikea vastaus. Kaikki ohjelmistot käyttävät adaptiivista taustahälyä.

Eri ohjelmilla tehty harjoittelu on lähtökohdiltaan hieman erilaista, mikä on saattanut vaikuttaa tutkimusten eriäviin tuloksiin. RMQ:ta käyttäneistä tutkimusryhmistä Rao ym. (2017) totesivat kuntoutuksen olleen tilastollisesti merkitsevällä tasolla vaikuttavaa, mutta tässä on huomioitava kontrolliryhmän heikompi suoriutuminen kuntoutusjakson

jälkeen. On hyvin mahdollista, että kuntoutusvaikutus saavutettiin, koska ryhmien ero toisistaan suureni kontrollien tulosten heikkenemisen, ei harjoitelleen ryhmän tulosten paranemisen seurauksena. Näin ollen vaikuttaisi siltä, että RMQ ei ainakaan näissä koehenkilöpopulaatioissa aikaansaanut merkittävää puheen havaitsemisen kyvyn paranemista. Kenties tämäntyyppinen avoimeen vastaamiseen perustuva harjoittelu on liian vaikeaa (ohjelman vaikeimmat tasot ovat hyvin haastavia) tai ehkä vain yhdentyypisen tehtävän suorittaminen käy pitkästyttäväksi viikkojen kuluessa. Lisäksi voidaan pohtia ohjelman sisältämän materiaalin relevanssia reaalimaailman kommunikaatiotilanteita ajatellen; missä määrin yksilö hyötyy sananlaskuissa esiintyvien ilmausten harjoittelusta, jos on todettu, että ohjelmalla aikaansaadun kuntoutusvaikutuksen yleistyminen muihin stimuluksiin on heikkoa tai olematonta?

LACE ohjelmana vaatii harjoittelijalta kykyä ja tahtoa analysoida omaa puheen havaitsemisen kykyään ja kohentaa sitä aktiivisesti. Omaan arvioon perustuva vastausmenetelmä on parhaimmillaan toimiva, mutta henkilölle, joka ei ole hyvin motivoitunut, tai ei halua tai kykene aktiivisesti monitoroimaan omaa suoriutumistaan, se ei välttämättä ole paras ratkaisu. Tämä voi selittää, miksi Olsonin ym. (2013) tutkimuksessa kuntoutus todettiin vaikuttavaksi, mutta Saundersin ym. (2016) ei; on mahdollista, että Olsonin ym. (2013) koehenkilöjoukko on kokonaisuutena ollut motivoituneempi kehittämään omaa puheen havaitsemisen kykyään. LACE:ssa on huomioitava myös sen sisältämät neuvot hyvien kommunikaatiostrategioiden käyttöön; koska ne ovat osa interventiota, ei voida varmasti sanoa, perustuuko mahdollinen saavutettu hyöty suuremmalta osin näiden vinkkien hyödyntämiseen vai auditiiviseen harjoitteluun.

Sekä Barcroft ym. (2016) että Tye-Murray ym. (2017), jotka käyttivät cLEAR:ia kuntoutusmenetelmänään, totesivat kuntoutuksen olleen vaikuttavaa. cLEAR on visuaalisesti houkutteleva ja toteutukseltaan monipuolinen kuntoutusohjelmisto (Tye-Murray, 2016), joten on mahdollista, että harjoittelu on ollut koehenkilöille motivoivaa. Toisaalta myös kontrolloiduissa laboratorio-oloissa tehdyllä harjoittelulla voi olla osansa kuntoutusvaikutuksen aikaansaamisessa. cLEAR-harjoittelu perustuu suljettuun vastaamiseen, joten ohjelmalla tehdyn kuntoutuksen yleistymisvaikutus ei ole välttämättä yhtä hyvä kuin avointa vastaamista hyödyntävien ohjelmien. Ohjelmassa vastausvaihtoehdot on kuntoutujalle valmiiksi rajattu, mikä ei useinkaan pidä paikkaansa reaalimaailman keskustelutilanteissa. Toisaalta cLEAR sisältää kognitiivista päättelyä vaativia tehtäviä, joten on mahdollista, että ohjelmalla harjoittelun myötä yksilö oppii tehokkaammin seulomaan

lekseemijoukkoa, jossa puutteellisesti havaittu ärsyke todennäköisesti on, ja hyödyntämään kielellistä kontekstia oikean valinnan tekemiseksi tästä joukosta. Tällä logiikalla cLEAR-harjoittelun voidaan ajatella perustuvan mahdollisten sanahahmojen rajaamiseen päättelämällä sekä kielellisen kontekstin mahdollisimman tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Humesin ym. (2019) tutkimuksessa harjoiteltiin suljettuun vastaamiseen perustuen Amerikan englannin yleisimmillä sanoilla. Harjoittelu oli tutkijoiden kuvailun mukaan itseään toistavaa. Tutkijat arvelivat, ettei kuntoutusvaikutuksen yleistymisen ollut havaittavissa, koska harjoittelu suljetulla vastaamisella ja arviointi avoimeen vastaamiseen perustuen vaativat erilaista ärsykkeen prosessointia. Tämän lisäksi testin tekemisen proseduri eli menettely poikkesi harjoittelusta, jolloin harjoittelun tuttuusvaikutus (encoding specificity principle) ei päässyt toteutumaan. Koska kuntoutusvaikutus oli havaittavissa tutkijaryhmän käyttäessä harjoittelua vastaavaa tehtävätyyppiä arvioinnissa, voidaan argumentoida ainakin proseduraalioppimista tapahtuneen koehenkilöiden harjoittelun tuloksena. Kuten cLEAR:nkin osalta, voidaan kuitenkin todeta, ettei suljettuun vastaamiseen perustuva harjoittelu suurella todennäköisyydellä yleisty avointa vastaamista vaativiin tilanteisiin, vaikka arviointimateriaali sisältäisi harjoittelussa käytettyjä stimuluksia, kuten Humesin ym. (2019) tutkimuksessa. Mikäli hyväksytään ajatus, jonka mukaan suljetulla vastaamisella tehdyn harjoittelun vaikuttavuutta tulisi arvioida harjoittelutilannetta vastaavin testein, selittyisi myös Barcroftin ym. (2016) Iowan lausetestin tulos tällä proseduurien eroavaisuudella. Myös Tye-Murrayn ym. (2017) BAS-lausetestin positiivinen tulos tukisi tätä näkemystä; BAS-lausetesti perustuu suljettuun vastaamiseen, joten se vastaa paremmin cLEAR-harjoittelutilannetta.

### *Taajuus- ja kestoerotteluun perustuva kuntoutus*

Katsaukseen hyväksytyistä taajuus- ja kestoerotteluun perustuvista kuntoutustutkimuksista interventiosta todettiin olleen tilastollisesti merkitsevää hyötyä kolmessa tutkimuksessa (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Whitton ym., 2017). Hennigin (2012) ja Lessan (2013) tutkimusryhmät hyödynsivät kuntoutuksessaan hyvin todennäköisesti samaa puheen havaitsemisen taitojen parantamiseen kehitettyä ohjelmaa (MAT). Tätä ei eksplisiittisesti mainittu, mutta artikkeleissa tehtyjen kuntoutuksen kuvausten perusteella lukijalle muodostui käsitys, että käytetty ohjelma oli molemmissa tutkimuksissa sama. MAT:ssa harjoitetaan auditiivisen temporaalisen prosessoinnin taitoja, valikoivaa



tarkkaavuutta, taajuus- ja kestoerottelua, suuntakuuloa, rytmisyyttä ja auditiivisen täydentämisen taitoja (auditory closure). Harjoittelu oli luonteeltaan audiovisuaalista.

Looi ym. (2012) interventio perustui selkeästi musiikilliseen kuntoutukseen, jossa koehenkilöt kuuntelivat erilaisia instrumentteja sekä eri musiikki- ja laulutyyplejä, joita heidän tuli sitten tunnistaa. Artikkelissa ei mainittu, oliko harjoittelu auditiivista vai audiovisuaalista. Looi ym. (2012), kuten Hennigin ym. (2012) ja Lessankin ym. (2013) interventioon kuului itse auditiivisen kuntoutuksen lisäksi kommunikaatiostrategioiden opastusta sekä vinkkejä ja neuvoja puheen havaitsemisen helpottamiseksi. Whittonin ym. (2017) koehenkilöt harjoittelivat audiomotorisen pelin avulla. Pelissä heidän tuli liikutella palapelin palaa tai löytää ruudulle kätkeyty monikulmio erilaisten sävelkorkeuteen, äänenvoimakkuuteen ja äänen värinään (ripple) perustuvien kuulonvaraisten vihjeiden avulla.

Tutkimustulosten perusteella voidaan ajatella, että interventiot, joissa hyödynnetään taajuus- ja kestoerotteluun perustuvia elementtejä, saattavat olla hyödyllisiä puheen havaitsemisen taitojen kuntoutuksessa. Looi ym. (2012) kuntoutusohjelmassa ei harjoiteltu näitä taitoja suoraan, vaan koehenkilöt vain kuuntelivat musiikkia ja laulua, mikä voi olla osasyynä siihen, ettei tutkimuksessa havaittu kuntoutuksen olleen vaikuttavaa. Toisaalta Hennigin ym. (2012) ja Lessan ym. (2013) tuloksia voi selittää akklimatisaatioperiodin mahdollinen puuttuminen sekä se, että oleellinen osa interventiota oli kommunikaatiostrategioiden ja kuulokojeen käyttämisen opastus. Tutkimuksissa ei mainittu, saivatko myös kontrollit opastusta kuulokojeen käyttöön ja kommunikaatiostrategioihin, mutta mikäli eivät, jo tämä yksittäinen seikka voi selittää suuren osan intervention vaikuttavuudesta Hennigin ym. (2012) ja Lessan ym. (2013) tutkimuksissa. Whittonin ym. (2017) tuloksia nämä seikat eivät selitä. On kuitenkin mielenkiintoista, miksi Whittonin ym. (2017) koehenkilöiden suoriutuminen parani lausetason testeissä, mutta ei sanatason testeissä; ehkäpä supralinguaalisten elementtien, kuten taajuuden ja äänenvoimakkuuden, harjoittelu ilman kielellistä kontekstia yleistyy lausetason puhunnoksiin liittyvien prosodisten piirteiden parempaan tunnistamiseen? Sanatasolla prosodiikkavihjeitä on käytettävissä lausetasoa vähemmän. Toisaalta voidaan argumentoida Whittonin ym. (2017) koehenkilömäärän olleen varsin pieni ja on hyvin mahdollista, että tulokset ovat ennemmin koehenkilöpopulaatioon kuin itse interventioon liitännäisiä.

### *Yhteenveto*

Kokonaisuutena tarkasteltuna vaikuttaa siltä, että kaikenlaaisella harjoittelulla voidaan saavuttaa taitojen kohentumista. Näyttöä yleistymisvaikutuksesta on etenkin taajuus- ja kestoerottelua sekä tavutason puhunnosten havaitsemista hyödyntävien interventioiden osalta, joskin on huomioitava Hennigin ym. (2012) ja Lessan ym. (2013) tutkimuksiin liittyvä biaksen riski. Myös arviointimenetelmällä on vaikutusta; mikäli harjoittelussa ja arvioinnissa käytetään erilaisia tehtäviä (esim. suljettu vs. avoin vastaaminen), on varsin yleistä, ettei tilastollisesti merkitsevää vaikutusta saavuteta. Suurempana skeemana puheen havaitsemisen kuntoutuksen vaikuttavuuden arviointiin liittyen olisikin mietittävä, millä tavoin sitä kannattaa arvioida; nollatulostutkimukset antavat helposti vaikutelman, ettei tietotekninen omatoiminen kuntoutus ole lainkaan hyödyllistä. Toisaalta on oleellista pyrkiä kartoittamaan interventioita, joiden kuntoutusvaikutus yleistyy harjoiteltujen stimulusten yli. Kenties intervention vaikuttavuutta mittaavissa tutkimuksissa olisikin hyvä arvioida kuntoutusvaikutusta rutiinisti useammalla kuin yhdellä mittarilla?

Laajemmassa mittakaavassa ajateltuna toinen oleellinen kysymys on se, missä määrin koehenkilöt ovat valmiita harjoittelemaan omatoimisesti ilman ulkoisia kannustimia/sitoumuksia. Onko puheen havaitsemisen kuntouttamiseen tähtäävistä omatoimiohjelmista konkreettista hyötyä yhteiskunnallisella tasolla? Harjoittelu on usein itseään toistavaa, pienellä stimulusjoukolla tapahtuvaa ja pidemmän päälle tylsää. Vahvankin itsekurin omaavan henkilön voi olla vaikeaa motivoitua harjoittelemaan useita tunteja viikkotasolla, mikäli harjoittelu ei tunnu mielekkäältä ja hauskalta. Kuinka harjoitteluohjelmista saisi rakennettua mukaansatempaavia, harjoittelun yleistymistä tukevia, tarpeeksi helpokäyttöisiä ja pitkällä aikavälillä yksilöä hyödyttäviä? Vaikka joidenkin tutkimusten mukaan kuntoutuksella saavutetut hyödyt säilyvät ainakin muutamia kuukausia jakson loppumisen jälkeen, on tämä kuulovikaisen ihmisen elämässä lopulta melko lyhyt aika. Optimitalanteessa harjoitteluvaikutus säilyisi yli vuosien ja itsenäinen kuntoutus olisi niin hauskaa, että sitä tehtäisiin rutiininomaisesti viikkotasolla. Tarpeeksi suurella stimulusmäärällä operoivat ja erilaisia tehtäviä sisältävät ohjelmat voisivat mahdollistaa yleistyvää oppimista tehtäväkohtaisen oppimisen ohella. Harjoittelun tavoitteena tulee allekirjoittaneen mielestä olla saavutettujen taitojen mahdollisimman laaja sovellusmahdollisuus yksilön arkeen, joten mitä laajemman skaalan oppimista harjoittelun tuloksena tapahtuu, sitä parempi. Tällä hetkellä puheen havaitsemisen kuntouttamiseen suunnitellut tietotekniikka-avusteiset ohjelmat eivät pääasiallisesti tarjoa hyviä mahdollisuuksia

opitun yleistämiseen, vaan harjoittelu on kohdistettava niihin stimuluksiin, joissa halutaan kehittyä.

### 5.1.3 Harjoitteluun liittyvät tekijät

Kun tarkastellaan päivätason keskimääräistä harjoittelu-aikaa eri tutkimuksissa, vaikuttaa siltä, että yli 30 minuutin harjoittelu kerrallaan johtaa parempiin tuloksiin kuin puolen tunnin tai sen alle jäävä harjoittelu-aika (Hennig ym., 2012; Humes ym., 2019; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015; Yu ym., 2017). Toteutuneilla kerroilla viikossa sen sijaan ei vaikuta olevan niin suurta merkitystä kuntoutusvaikutuksen saavuttamisessa; sekä tutkimuksissa, joissa harjoiteltiin vain kerran viikossa (Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013), että tutkimuksissa, joissa kuntoutusta tehtiin jopa lähes päivittäin (Yu ym., 2017), saavutettiin tilastollisesti merkitsevää kuntoutusvaikutusta. Tämä on varsin rohkaisevaa näyttöä vähemmän intensiivisen, mutta pidempikestoisen kuntoutuksen puolesta. Toisaalta Humesin ym. (2019) ja Barcroftin ym. (2016) tutkimuksissa, joissa koehenkilöt harjoittelivat kaksi tai kolme kertaa viikossa, ei saavutettu yleistymisvaikutusta, toisin kuin Yun ym. (2017), Whittonin ym. (2017) ja Tye-Murrayn ym. (2017) tutkimuksissa, joissa kuntoutusta tehtiin keskimäärin neljästä kuuteen kertaa viikossa. Voi siis olla, että suurempi harjoittelutiheys johtaa nopeampaan perseptuaalioppimiseen. Lisäksi on huomattava erot eri tutkimusten harjoittelu- ja testimateriaaleissa, joista kerrotaan tarkemmin kappaleessa 5.1.2. Toisaalta Woodsin, Dossin ym. (2015) tutkimuksessa yleistymisvaikutusta ei saavutettu viisi kertaa viikossa toteutuneesta harjoittelusta huolimatta, minkä tutkijaryhmä argumentoi johtuvan testimateriaalien kyvyttömyydestä havaita muutosta kyvyssä tunnistaa vaikeita konsonantteja.

Kun harjoittelun määrää tarkastellaan viikkotasolla sekä koko kuntoutusjakson aikana, ei ole havaittavissa suoraa yhteyttä harjoitteluun käytetyn ajan ja kuntoutuksen vaikuttavuuden välillä. Myöskään harjoittelun kokonaiskesto viikkoina tai kuukausina ei ole suorassa yhteydessä kuntoutuksen vaikuttavuuteen, joskin keskimäärin pidemmät kuntoutusjaksot vaikuttaisivat olevan keskimäärin tehokkaampia kuin lyhyet (Barcroft ym., 2016; Hennig ym., 2012; Lessa ym., 2013; Stecker ym., 2006; Tye-Murray ym., 2017; Whitton ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Poikkeuksena tästä on Looin ym. (2012) tutkimus, jossa

kymmenenkään viikon interventiolla ei saavutettu tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Toisaalta Tye-Murrayn ym. (2017) ja Olsonin ym. (2013) koehenkilöt saavuttivat tilastollisesti merkitsevää parannusta puheen havaitsemisen kyvyissään jo kahden viikon harjoittelun jälkeen. Olsonin ym. (2013) tutkimuksessa kahden viikon harjoittelun jälkeen uudet kuulokojeen käyttäjät olivat hyötynneet kokeneita enemmän, mutta neljän interventioviiikon kuluttua myös kokeneet käyttäjät olivat saavuttaneet tilastollisesti merkitsevää parannusta testituloksissaan. Tye-Murray ym. (2017) eivät raportoineet koehenkilöidensä kuulokojeen käyttökokemusta, joten emme voi tietää oliko heidän koehenkilöidensä puheen havaitsemisen kyvyn nopea kohentuminen liitännäistä kuulokojeen käyttöstatukseen vai ei. Tye-Murrayn ym. (2017) kaksi viikkoa harjoitelleet koehenkilöt (tiheään harjoitteleva ryhmä) harjoittelivat hyvin runsaasti, joten voi olla, että harjoittelun suuri määrä yhdessä tarkoin valikoitujen arviointimenetelmien kanssa (BAS-lauseet on suljetun vallinnan testi) on mahdollistanut tilastollisesti merkitsevän kuntoutusvaikutuksen nopean saavuttamisen.

## 5.2 Tulosten yleistettävyys ja luotettavuus

Tämän katsauksen tutkimusten laatu oli keskiarvoltaan keskinkertainen (n. 8 pistettä), joten katsausta voidaan pitää aineiston laadun suhteen keskitasoisena. On kuitenkin huomattava, että suurin osa katsauksen tutkimuksista (11 kpl) ei ollut vahvaa, satunnaistettua ja kontrolloitua asetelmaa noudattavia, mikä tekee tutkimuksen alttiiksi erityyppisille harhoille ja näin ollen mahdollisille ongelmille sisäisessä tai ulkoisessa validiteetissa ja reliabiliteetissa (Gerhard, 2008; Smith & Noble, 2014). Myös satunnaistetut ja kontrolloidut asetelmat kohtaavat näitä ongelmia, mutta hyvin toteutettuina vähäisemmässä määrin. Katsaukseen kuitenkin päätettiin hyväksyä myös vähemmän vahvaa asetelmaa noudattaneita tutkimuksia siksi, että muutoin aineiston koko olisi jäänyt hyvin niukaksi. Lisäksi rigidin, satunnaistetun ja kontrolloidun asetelman toteuttaminen on kuntoutustutkimuksessa varsin haastavaa.

Yleisesti ottaen katsaukseen valittujen tutkimusten koehenkilöpopulaatiot olivat pieniä ja sekoittavia tekijöitä oli kontrolloitu hyvin vaihtelevasti eri tutkimuksissa. Näistä syistä saatujen tulosten yleistettävyys on pääosin heikko, mistä kielii myös tutkimusten tulosten vaihtelevuus. Tulosten voidaan arvella olevan ainakin osittain sidoksissa

koehenkilöpopulaatioon liittyviin tekijöihin, jopa niissä tutkimuksissa, joissa koehenkilöiden määrä oli runsas.

Koska alkuperäistutkimuksissa annettujen tietojen määrä ja yksityiskohtaisuus oli varsin vaihtelevaa, vaikuttaa tämä välttämättä myös toteutetun katsauksen luotettavuuteen. Laadunarvioinnissa on jouduttu aika-ajoin tukeutumaan päättelyyn, kun tutkimusartikkelissa ei ole ollut eksplisiittistä mainintaa tarkastelun kohteena olleesta asiasta. Näin ollen raja pääteltävissä olevan informaation ja puutteellisen tiedon välillä on aika ajoin ollut häilyvä, ja tällä on voinut olla vaikutusta tutkimusten saamaan pisteytykseen laadunarvioinnissa. Arviointiprosessia on kuitenkin pyritty tekemään robustimmaksi toimimalla samojen periaatteiden mukaan kaikkien tutkimusten osalta. Mikäli arviointiprosessissa ilmenee biasta, sen voidaan ajatella olevan yhdensuuntainen tiettyjen kriteerien mukaan toimimisen seurauksena.

Koko tutkielman tekemisen prosessi on pyritty kuvaamaan mahdollisimman huolellisesti ja tarkoin, jotta kuka tahansa voisi halutessaan toteuttaa samanlaisen katsauksen. Tämä lisää katsauksen reliabiliteettia. Lisäksi aineisto on pyritty kuvaamaan puolueettomasti ja riittävän kattavasti, jotta lukija voi tehdä omat johtopäätöksensä ja tulkintansa. Aineistoon liittyvissä kuvauksissa ja numeerisissa tiedoissa voi huolellisesta läpikäynnistä ja useamman otteeseen tarkastamisesta huolimatta olla virheellisyyksiä.

### 5.3 Tutkimukseen liittyvät rajoitteet

Tätä systemaattista kirjallisuuskatsausta on ollut tekemässä vain yksi ihminen, mikä lisää todennäköisyyttä sille, että katsauksessa on harhaisuutta tai virheitä (Suhonen ym., 2016, s. 14). Useamman henkilön mielipide esimerkiksi aineiston valintaa ja laadunarviointia koskien olisi tuonut katsaukseen lisää objektiivisuutta ja näkökulmaa. Lisäksi aineistohaku olisi kenties voitu toteuttaa laajemmin useamman ihmisen voimin. Tämän tutkielman puitteissa aikapaine on vahvasti rajannut tiedonhakuun käytettyjen resurssien määrää. On siis varsin todennäköistä, että laajemmalla haulla olisi voitu löytää vielä lisää sisäänottokriteerit täyttäviä artikkeleita. Ajan lisäksi tiedonhakuun liittyy myös suuri valintabiaksen riski; haku ei ole kielten suhteen kattava, eikä katsaukseen etsitty harmaata kirjallisuutta. Tähän katsaukseen päätyneet artikkelit kuvaavat pääasiassa länsimaiseen kulttuuripiiriin kuuluville ihmisille tehtyjä puheen havaitsemisen kuntoutusinterventioita.

Katsauksessa on kuitenkin mukana muutamia nollatulostutkimuksia, minkä voidaan katsoa lievittävän julkaisuharhaa hieman (Dickersin, 1990; Stanley, 2005; Sutton, 2009, s. 436).

Tutkielman tekijä tekee systemaattista katsausta ensimmäistä kertaa, mikä voi vaikuttaa katsauksen tuloksiin ja luotettavuuteen. Kirjoittaja on perehtynyt systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemisen prosessiin ennen työn aloittamista ja täydentänyt tietoaan matkan varrella, mutta aiempi kokemus olisi kenties mahdollistanut tehokkaamman ja enemmän relevantteja tuloksia tuottaneen tiedonhaun, paremman kyvyn tunnistaa ja valikoida sopivia julkaisuja sekä luotettavamman ja objektiivisemmän aineiston laadun arvioinnin. Kirjoittaja on pyrkinyt olemaan konsistentti toiminnassaan, mutta omaan toimintaan liittyviä virhetekijöitä ei ole aina helppoa havaita. Näin ollen on mahdollista, että kirjoittaja on tulkinnut jotakin tutkimusartikkelia väärin, jättänyt tahattomasti huomiotta oleellisia seikkoja aineistosta tai sivuuttanut potentiaalisia julkaisuja tiedonhakuprosessin aikana. Lisäksi on huomattava, ettei kirjoittaja ole tilastotieteen asiantuntija, mistä syystä hänen on ollut etenkin monimuuttujamalleja käyttäneissä tutkimuksissa arvioida menetelmän soveltuvuutta tutkimuskysymykseen vastaamiseen ja kohdeaineistoon soveltamiseen. Tilastotieteellisen menetelmän valinnalla voidaan vaikuttaa valtavasti tutkimuksen tuloksiin, ja mikäli valinta on mennyt pieleen, on koko tulos todennäköisesti virheellinen (kts. esim. Gunawardena, 2011; Van Breukelen, 2006). Toisaalta katsaukseen valitut julkaisut on vertaisarvioitu, mikä pienentää riskiä sille, että jossakin artikkeleista olisi käytetty täysin väärää analyysimenetelmää.

Tätä katsausta varten tehdyssä tiedonhaussa toistuivat hyvin pitkälti samat tutkimukset niin tietokantahaun, käsihaun kuin viitehaunkin osalta. On mahdollista, että käsihaut useampiin lehtiarkistoihin olisivat tuottaneet joitakin tutkimuksia lisää, mutta tämän katsauksen puitteissa resursseja suureen määrään käsihakuja ei ollut. Lisäksi laajempi kielivalikoima olisi kenties tuottanut enemmän sisäänottokriteerit tuottaneita tuloksia. Koehakujen, joissa kieltä ei rajattu, perusteella todettiin, että esimerkiksi Brasiliassa aiheeseen liittyvää tutkimusta on tehty runsaasti. Laajempi kielivalikoima olisi myös osaltaan pienentänyt valintabiaksen riskiä (Hernán, Hernández-Díaz & Robins, 2004; Knobloch, Yoon & Vogt, 2011). Tähän katsaukseen ei myöskään etsitty harmaata kirjallisuutta, joten potentiaalisia tutkimuksia on voinut jäädä löytymättä. Harmaan kirjallisuuden systemaattinen poisjättö myös altistaa tutkimuksen julkaisubiakselle (Ahmed, Sutton & Riley, 2012). Tiedonhakua kuitenkin täydennettiin melko laajalla viitehaulla sekä suppeammalla

käsihaulla, joten tiedonhaun osalta katsauksen voitaneen ajatella sijoittuvan systemaattisen ja systemoidun välimaastoon (Brunton & Thomas, 2012; Johansson, 2007, s. 5–6; Suhonen ym., 2016, s. 14).

Katsaukseen valikoitui lopulta varsin vähäinen määrä artikkeleja, mikä luonnollisesti asettaa rajoituksia sille, mitä puheen havaitsemiseen liittyvän omatoimisen kuntoutuksen näytön asteesta voidaan päätellä. Pienen otoksen lisäksi julkaisut ovat tutkimusasetelmitaan pääosin heikkoja ja niiden koehenkilöpopulaatiot pieniä. Myös käytetyt arviointi- ja kuntoutusmenetelmät poikkeavat toisistaan kautta linjan, mikä vaikeuttaa tutkimusten vertailua. Näistä syistä osana tätä katsausta ei tehty meta-analyysia, joka olisi mahdollistanut tulosten tilastollisen yhdistämisen ja yhteisvaikutuksen tutkimisen.

Tämä katsaus tuottaa myös hyvin rajallisesti uutta tietoa. Aihepiiriin liittyen on tehty aiemmin ainakin neljä systemaattista kirjallisuuskatsausta sekä vastikään state-of-the-art-katsaus (Beier ym., 2015; Henshaw & Ferguson, 2013; Lawrence ym., 2018; Stropahl ym., 2019; Sweetow & Palmer, 2006). Pääasiallisena erona tämän ja aiemmin toteutettujen katsausten välillä on, että tähän katsaukseen hyväksyttiin vain tutkimuksia, joissa liitännäissairauksia oli kontrolloitu. Voidaan siis ajatella, että tämän pro gradun puitteissa tehty kirjallisuuskatsaus ottaa aiempia vahvemmin kantaa kognitiivisten toimintojen ja puheen havaitsemisen yhteyteen.

#### 5.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet sekä tulosten kliininen merkitys

Tämä systemaattinen kirjallisuuskatsaus toteaa saman kuin aiemmin aihepiiristä tehdyt katsaukset; laadukasta tutkimusta on liian vähän ja tutkimuskäytänteet liian kirjavia luotettavien johtopäätösten tekemiseksi. Vaikka tutkimusasetelma olisi vahva, sekoittavien tekijöiden puutteellinen kontrollointi heikentää saatujen tulosten yleistettävyyttä ja luotettavuutta. Toisaalta hyvin toteutetut heikomman tutkimusasetelman tutkimukset voivat tarjota arvokasta lisätietoa omatoimisesta puheen havaitsemisen kuntoutuksesta pienemmin kustannuksin. Joka tapauksessa, aiheesta tarvitaan kipeästi lisää hyvälaatuista tutkimusta, minkä lisäksi on suuri tarve arviointimenetelmien yhdenmukaistamiselle, tai ainakin vertailukelpoistamiselle, jotta meta-analyysin tasoista näyttöä aiheeseen liittyen voitaisiin koota lähitulevaisuudessa. Eräs, jo 1980-luvulla kehitetty menetelmä, jonka avulla hälypuhetestien antamia tuloksia voidaan vertailla keskenään, on RAU-yksikkö

(Studebaker, 1985). Mikäli useampi tutkija alkaisi suorittaa RAU-muunnokset osana tulostensa raportointia, saataisiin tutkimustuloksiin vertailukelpoisuutta tältä osin. Lisäksi jokin hälypuhetesti olisi hyvä suorittaa rutiinitoimenpiteenä kaikissa puheen havaitsemisen kuntoutustutkimuksissa, sillä aikuisten kuulovikaisten kuulokojekäyttäjien suurin ongelma on useimmiten puheen hälyssä havaitsemisen kyky (Fransen ym., 2003; Li-Korotky, 2012; Liu & Yan, 2007). Tämä myös pienentäisi mahdollisuutta sille, että tutkimusryhmä valitsee arviointimenetelmän pelkästään olettamansa kuntoutusvaikutuksen perusteella.

Tämän katsauksen aineiston perusteella näyttöä on siitä, että puheen havaitseminen parane niiden stimulusten osalta, joita on harjoiteltu (Barcroft ym., 2016; Humes ym., 2019; Tye-Murray ym., 2017; Woods, Doss ym., 2015). Näin ollen voidaan ajatella, että itsenäinen puheen havaitsemisen kuntoutus on varsin soveltuva menetelmä motivoituneelle henkilölle kuulokojekuntoutuksen ohelle. Nykyisen tutkimusnäytön valossa voi kuitenkin olla järkevää suunnata kuntoutusta pääasiallisesti niihin stimuluksiin, joiden tunnistamisessa eritoten halutaan kehittyä. Taajuus- ja kestoerotteluun sekä tavutason puhunnoksiin perustuvan kuntoutuksen mahdollisuudet vaikuttavat lupaavilta, mutta aiheesta tarvitaan lisää tutkimusta.

Aiempi tutkimusnäyttö puoltaa ajatusta, jonka mukaan kognitiivisten taitojen kehittäminen yhdessä puheen havaitsemisen taitojen kanssa voi tehostaa molempia (Anderson, White-Schwoch, Parbery-Clark & Kraus, 2013; Ferguron & Henshaw, 2015; Lawrence ym., 2018). Tämä käy järkeen, sillä kognitiivinen kyvykkyys ja puheen havaitsemisen kyky ovat eittämättömästi yhteydessä toisiinsa (Lawrence ym., 2018; Taljaard ym., 2016). Tutkimusresurssien suuntaaminen kuntoutuksen yhteisvaikutuksiin voikin olla järkevä tulevaisuuden trendi, jotta voitaisiin kehittää mahdollisimman tehokkaita ja monipuolisesti yksilöä hyödyttäviä kuntoutusohjelmia. Lisäksi ohjelmien tulisi olla motivoivia ja niillä tehdyn harjoittelun mukavaa, jotta yksilö jaksaisi jatkaa harjoittelua ilman ulkoista pakkoa. Kuntoutusohjelmien laatiminen on usein kallista ja aikaa vievää, joten on tärkeää pyrkiä laatimaan ohjelmasta viihdyttävä ja tuloksellinen; väestön ikääntyessä kuulovikojen määrä oletettavasti kasvaa, eikä kaikille voida tarjota yksilöllistä puheen havaitsemisen kuntoutusta. Koska kuulovialla ja heikolla kyvyllä ymmärtää puhetta on vahva yhteys kognitiivisten toimintojen rapistumiseen ja sitä kautta yhteiskunnallisen tuottavuuden laskuun ja terveydenhuollon kustannusten lisääntymiseen (Amieva ym., 2015; Fortunato ym., 2016; Huddle ym., 2017; Li-Korotky, 2011; McDaid, Park, Chadha,



2021; Mohr ym., 2000; Nelson, Nelson, Concha-Barrietos & Fingerhut, 2005), voitaisiin hyvin tehdyillä, puheen ymmärtämisen kykyä parantavilla tai ylläpitävillä ohjelmilla säilyttää ikääntyvien kuulovikaisten itsenäistä osallistumista yhteiskunnalliseen toimintaan ja ehkäistä sen mukanaan tuomien kognitiivisten defektien määrää. Tämä voi pitkässä juoksussa säästää huomattavan määrän terveydenhuollon kustannuksissa, minkä lisäksi ikääntyvä väestö on huomattava kuluttajapopulaatio. Mitä vilkkaampi sosiaalinen elämä ja parempi kognitiivinen taso yksilöllä on vanhuuteen saakka, sitä todennäköisempää on, että hän osallistuu myös markkinatalouden pyörittämiseen.

Kirjoittaja uskoo, että itsenäinen tietotekniikkaa hyödyntävä kuntoutus on tulevaisuuden trendi paitsi puheen havaitsemisessa, myös muilla kognitioon liittyvillä osa-alueilla tehokkuutensa, monipuolisten sovellusmahdollisuuksiensa ja helpon toteutettavuutensa ansiosta. Tästä syystä kuntoutusohjelmistojen kehittämiseen ja niiden toimivuuden tutkimukseen on syytä suunnata määrärahoja. Lisää tietoa tarvitaan ainakin kuntoutuksen toteuttamisesta mahdollisimman optimaalisesti; mikä on sopiva vaikeusaste, jotta harjoittelu kehittää, muttei käy turhauttavaksi? Entäpä sopiva määrä viikossa tai kuukaudessa? Miten kauan harjoittelua tulisi jatkaa? Kotona toteutettavalla kuntoutuksella voi olla myös positiivisia sivuvaikutuksia; kuntoutujan läheiset voivat oppia ymmärtämään hänen puheen havaitsemisen vaikeuksiaan paremmin, terveydenhuollon kustannukset saattavat kuulovikojen hoidon osalta pienentyä pitkällä aikavälillä ja harjoittelua on helppo mukauttaa yksilön toiveisiin ja tarpeisiin sopivaksi. Tulevaisuudessa näemme kenties ohjelmistojä, jotka adaptoituvat yksilöllisten kognitiivisten vahvuuksien, oppimistyylien ja motivaatioiden mukaan mahdollistaen hyvin pitkälle yksilöllistetyn harjoittelun ilman ammattilaisen läsnäoloa. Tämänhetkiset kuulonkuntoutusohjelmistot eivät tähän kuitenkaan vielä pysty, mistä syystä edelleen tarvitaan muun muassa puheterapeutteja kuntoutussuunnitelmien laatimiseen ja harjoittelun koostamiseen tavalla, joka hyödyttää kuntoutujaa mahdollisimman paljon. Kun tästä kenties tulevaisuudessa voidaan luopua, vapautuu ammattilaisten aikaa muihin tehtäviin. Edelleen tulevaisuuteen edettäessä voidaan kenties toteuttaa neurokuvantamista kuntoutuksen yhteydessä ja sen avulla määrittää, millainen harjoittelu kenellekin sopii parhaiten (Whitton ym., 2017).

## LÄHTEET

- Aaltonen, O. & Tuomainen, J. (2005). Mitä on puheen havaitseminen? Teoksessa A. Iivonen (toim.), *Puheen salaisuudet: Fonetikan uusia suuntia* (s. 38–51). Helsinki: Gaudeamus.
- Abrams, H. B., Bock, K. & Irey, R. L. (2015). Can a remotely delivered auditory training program improve speech-in-noise understanding? *American Journal of Audiology*, 24, 333–337.
- Ahmed, I., Sutton, A. J. & Riley, R. D. (2012). Assessment of publication bias, selection bias, and unavailable data in meta-analyses using individual participant data: a database survey. *Bmj*, 344, 1–10.
- Ahola, T. (2009). Onnistuva ikääntyminen 2005–2008: Huonokuuloisten ikäihmisten toimintakyvyn turvaamisen projekti. Loppuraportti. Haettu 28.6.2021 osoitteesta: <https://www.kuuloliitto.fi/palvelut/julkaisut/>.
- Amieva, H., Ouvrard, C., Giulioli, C., Meillon, C., Rullier, L. & Dartigues, J. F. (2015). Self-reported hearing loss, hearing aids, and cognitive decline in elderly adults: A 25-year study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63, 2099–2104.
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Choi, H. J. & Kraus, N. (2013). Training changes processing of speech cues in older adults with hearing loss. *Frontiers in systems neuroscience*, 7, 1–9.
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Parbery-Clark, A. & Kraus, N. (2013). Reversal of age-related neural timing delays with training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 4149–4150.
- Andersson G., Andersson, S., Arlinger, S., Arvidsson, T., Danielsson, A., Jauhiainen, T., ... & Rönnberg, J. (2008). Kuntoutus. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia*. (s. 213–248). Helsinki: Duodecim.
- Arlinger, S. (2008). Psykoakustiikka. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia*, (s. 33–44). Helsinki: Duodecim.

- Arlinger, S., Jauhiainen, T., Hartwig J., Kotimäki, J., Magnusson, B., Sorri, M. & Tra-nebjærg, L. (2008). Kuulovauriot. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 164–212). Helsinki: Duodecim.
- Armijo-Olivo, S., Ospina, M., da Costa, B. R., Egger, M., Saltaji, H., Fuentes, J., ... & Cummings, G. G. (2014). Poor reliability between Cochrane reviewers and blinded external reviewers when applying the Cochrane risk of bias tool in physical therapy trials. *PloS one*, 9, 1–10.
- Armijo-Olivo, S., Stiles, C. R. & Cummings, G. G. (2010). Assessment of study quality for systematic reviews: A comparison of the Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool and the effective public health practice project quality assessment tool: methodological research. *Journal of evaluation in clinical practice*, 18, 12–18.
- Aulanko, R. (2005). Puheen havaitsemisen peruskäsitteitä. Teoksessa A. Iivonen (toim.), *Puheen salaisuudet: Fonetikan uusia suuntia* (s. 11–37). Helsinki: Gaudeamus.
- Aveyard, H. (2019). *Doing a literature review in health and social care: A practical guide*. Maidenhead: Open University Press.
- Bamford, J. & Saunders, E. (1991). *Hearing impairment, auditory perception and language disability: Studies in disorders of communication* (2. painos). London: Whurr.
- Barcot, O., Boric, M., Pericic, T. P., Cavar, M., Dosenovic, S., Vuka, I. & Puljak, L. (2019). Risk of bias judgments for random sequence generation in Cochrane systematic reviews were frequently not in line with Cochrane Handbook. *BMC medical research methodology*, 19, 1–10.
- Barcroft, J., Sommers, M. S., Tye-Murray, N., Mauzé, E., Schroy, C. & Spehar, B. (2011). Tailoring auditory training to patient needs with single and multiple talkers: Transfer-appropriate gains on a four-choice discrimination test. *International Journal of Audiology*, 50, 802–808.
- Barcroft, J., Spehar, B., Tye-Murray, N. & Sommers, M. (2016). Task- and talker-specific gains in auditory training. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 59, 862–870.

- Basch, M. L., Brown, R. M., Jen, H.-I. & Groves, A. K. (2016). Where hearing starts: the development of the mammalian cochlea. *Journal of Anatomy*, 228, 233–254.
- Beier, L. O., Pedroso, F. & Costa-Ferreira, M. I. D. D. (2015). Auditory training benefits to the hearing aids users—a systematic review. *Revista CEFAC*, 17, 1327–1332.
- Bench, J., Kowal, Å. & Bamford, J. (1979). The BKB (Bamford-Kowal-Bench) sentence lists for partially-hearing children. *British journal of audiology*, 13, 108–112.
- Bentler, R. R. (2013). *Modern hearing aids: Verification, outcome measures, and follow-up*. San Diego: Plural Publishing, Inc.
- Berggren, D., Jauhiainen, T., Levänen, S., Lind, O., Magnusson, B., Moore, J. K. & Osen, K. (2008). Korvan ja kuulojärjestelmän kehitys, rakenne ja toiminta. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 63–94). Helsinki: Duodecim.
- Bertizzolo, L., Bossuyt, P., Atal, I., Ravaud, P. & Dechartres, A. (2019). Disagreements in risk of bias assessment for randomised controlled trials included in more than one Cochrane systematic reviews: a research-on-research study using cross-sectional design. *BMJ open*, 9, 1–10.
- Bess, F. (2000). The role of health-related quality of life measures in establishing audiological rehabilitation outcomes. *Ear and hearing*, 21, 74S–79S.
- Biau, D. J., Kernéis, S. & Porcher, R. (2008). Statistics in brief: the importance of sample size in the planning and interpretation of medical research. *Clinical orthopaedics and related research*, 466, 2282–2288.
- Bilger, R. C. (1984) Speech recognition test development. Teoksessa E. Elkins (toim.), *Speech Recognition by the hearing impaired. ASHA Reports, Vol. 14* (s. 2–15). Rockville, MD: American Speech-Language-Hearing Association.
- Blomgren, K. (2018). Ikäkuulo. *Lääkärikirja Duodecim (verkkoversio)*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta: <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00840/ikakuulo?q=presbyakuusi>.
- Boothroyd, A. (2010). Adapting to changed hearing: the potential role of formal training. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21, 601–611.

Bosma, H., van Boxtel, M. P., Ponds, R. W., Jelicic, M., Houx, P., Metsemakers, J. & Jolles, J. (2002). Engaged lifestyle and cognitive function in middle and old-aged, non-demented persons: a reciprocal association?. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 35, 57–581.

Britannica (2021). Editors of Encyclopaedia. *Perceptual learning*. *Encyclopedia Britannica*. Haettu 11.9.2021 osoitteesta: <https://www.britannica.com/topic/perceptual-learning>.

Brunton J. & Thomas J. (2012). Information management in reviews. Teoksessa D. Gough, S. Oliver & J. Thomas (toim.) *An introduction to systematic reviews* (s. 83–106). London: SAGE publication.

Burk, M. H. & Humes, L. E. (2007). Effects of training on speech recognition performance in noise using lexically hard words. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 50, 25–40.

Burk, M. H. & Humes, L. E. (2008). Effects of long-term training on aided speech-recognition performance in noise in older adults. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 51, 759–771.

Buschermöhle, M., Dietz, A. & Kollmeier, B. (2015). Application of speech audiometric matrix tests with hearing impaired patients: experiences with ci patients. *Journal of International Advanced Otology*, 11, 57–58.

Cagney, K. A. & Lauderdale, D. S. (2002). Education, wealth, and cognitive function in later life. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 57, P163–P172.

Chisolm, T. H., Saunders, G. H., Frederick, M. T., McArdle, R. A., Smith, S. L. & Wilson, R. H. (2013). Learning to listen again: the role of compliance in auditory training for adults with hearing loss. *American Journal of audiology*, 22, 339–342.

Covidence (2020). *Better systematic review management*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta: <https://www.covidence.org/>.

Cox, R. M. & Alexander, G. C. (1995). The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear & Hearing*, 16, 176–186.

Cox, R. M., Alexander, G. C. & Gilmore, C. (1987). Development of the Connected Speech Test (CST). *Ear Hear*, 8, 119S–126S.

Des Moines University (2020). *Peer review – Pubmed*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta: <https://lib.dmu.edu/db/pubmed/peerreview>.

Dickersin, K. (1990). The existence of publication bias and risk factors for its occurrence. *Jama*, 263, 1385–1389.

Diehl, R. L. (1981). Feature detectors for speech: A critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 89, 1–18.

Dietz, A., Buschermöhle, M., Aarnisalo, A. A., Vanhanen, A., Hyyrynen, T., Aaltonen, O., ... Kollmeier, B. (2014). The development and evaluation of the Finnish Matrix Sentence Test for speech intelligibility assessment. *Acta Oto-Laryngologica*, 134, 728–737.

Dubno, J. R. (2013). Benefits of auditory training for aided listening by older adults. *American Journal of Audiology*, 22, 335–338.

Dubno, J. R., Dirks, D. D. & Langhofer, L. R. (1982). Evaluation of hearing-impaired listeners using a nonsense-syllable test: II. Syllable recognition and consonant confusion patterns. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 141–148.

Elsevier. (2021). *Scopus content coverage guide*. Haettu 28.6.2021 osoitteesta [https://www.elsevier.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0007/69451/Scopus\\_ContentCoverage\\_Guide\\_WEB.pdf](https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0007/69451/Scopus_ContentCoverage_Guide_WEB.pdf).

Erber, N. P. (1975). Auditory-visual perception of speech. *Journal of speech and hearing disorders*, 40, 481–492.

Erber, N.P. (1982). *Auditory training*. Washington DC: Alexander Graham Bell.

Evans, D. A., Beckett, L. A., Albert, M. S., Hebert, L. E., Scherr, P. A., Funkenstein, H. H. & Taylor, J. O. (1993). Level of education and change in cognitive function in a community population of older persons. *Annals of epidemiology*, 3, 71–77.

Fant, G. (1967). Auditory patterns of speech. *Models for the perception of speech and visual form*, 111–125.

Ferguson, M. A. & Henshaw, H. (2015). Auditory training can improve working memory, attention, and communication in adverse conditions for adults with hearing loss. *Frontiers in psychology*, 6, 1–7.

Ferguson, M. A., Henshaw, H., Clark, D. P. & Moore, D. R. (2014). Benefits of phoneme discrimination training in a randomized controlled trial of 50-to 74-year-olds with mild hearing loss. *Ear and hearing*, 35, e110–e121.

Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. Sage publications.

Finto (2020). *MeSH/FinMeSH*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta <https://finto.fi/mesh/fi/>.

Firszt, J. B., Holden, L. K., Reeder, R. M., Cowdrey, L. & King, S. (2012). Cochlear implantation in adults with asymmetric hearing loss. *Ear and hearing*, 33, 521–533.

Flynn, M. C., Dowell, R. C. & Clark, G. M. (1998). Aided speech recognition abilities of adults with a severe or severe-to-profound hearing loss. *Journal of speech, language, and hearing research*, 41, 285–299.

Fortunato, S., Forli, F., Guglielmi, V., De Corso, E., Paludetti, G., Berrettini, S. & Fetoni, A. R. (2016). A review of new insights on the association between hearing loss and cognitive decline in ageing. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 36, 155–166.

Fransen, E., Lemkens, N., Van Laer, L. & Van Camp, G. (2003). Age-related hearing impairment (ARHI): environmental risk factors and genetic prospects. *Experimental gerontology*, 38, 353–359.

Fry, D. B., Abramson, A. S., Eimas, P. D. & Liberman, A. M. (1962). The identification and discrimination of synthetic vowels. *Language & Speech*, 5, 171–189.

Fujioka, T., Ross, B., Kakigi, R., Pantev, C. & Trainor, L. J. (2006). One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*, 129, 2593–2608.

Fuller, C. D., Galvin III, J. J., Maat, B., Başkent, D. & Free, R. H. (2018). Comparison of two music training approaches on music and speech perception in cochlear implant users. *Trends in hearing*, 22, 1–22.

Gatehouse, S. & Noble, W. (2004). The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, 43, 85–99.

Gatehouse, S. (1993). Role of perceptual acclimatization in the selection of frequency responses for hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 4, 296–306.

Gatehouse, S. (1998). Speech tests as measures of outcome. *Scandinavian Audiology*, 27, 54–60.

Gerhard, T. (2008). Bias: considerations for research practice. *American Journal of Health –System Pharmacy*, 65, 2159–2168.

Gheondea-Eladi, A. (2014). Is qualitative research generalizable?. *Jurnalul Practicilor Comunitare Pozitive*, 14, 114–124.

Green, C. S. & Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and aging*, 23, 692–701.

Greenberg, S. (1996). Understanding speech understanding: Towards a unified theory of speech perception. Teoksessa *Proceedings of the ESCA Tutorial and Advanced Research Workshop on the Auditory Basis of Speech Perception* (s. 1–8). Keele: England.

Gunawardena, N. (2011). Choosing the correct statistical test in research. *Sri Lanka Journal of Child Health*, 40, 149–153.

Hannula, S. & Mäki-Torkko, E. (2013). Ikäkuulo on yleisin aikuisiän kuulovian aiheuttaja. *Potilaan Lääkärilehti*, 35. Haettu 5.4.2019 osoitteesta <http://www.potilaanlaakari-lehti.fi/artikkelit/ikakuulo-on-yleisin-aikuisian-kuulovian-aiheuttaja/>.

Hannula, S. (2011). Hearing among older adults – an epidemiological study. Väitöskirja. Oulu: Oulun yliopisto.

Hawkins, D. B. (2005). Effectiveness of counseling-based adult group aural rehabilitation programs: A systematic review of the evidence. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16, 485–493.

Hawkins, S. (1999). Looking for invariant correlates of linguistic units: two classical theories of speech perception. Teoksessa J.M. Pickett (toim.), *The acoustics of speech*



communication. *Fundamentals, speech perception theory and technology*. Allyn and Bacon, Boston/London/Toronto/Sydney/Tokyo/Singapore, 198–232.

Helfer, K. S., Merchant, G. R. & Wasiuk, P. A. (2017). Age-related changes in objective and subjective speech perception in complex listening environments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60, 3009–3018.

Hennig, T. R., Costa, M. J., Rossi, A. G., & Moraes, A. B. D. (2012). Auditory rehabilitation effects on the temporal ordering ability in elderly hearing aids users. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 24, 26–33.

Henshaw, H. & Ferguson, M. A. (2013). Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: A systematic review of the evidence. *PLoS ONE*, 8, 1–18.

Hernán, M. A., Hernández-Díaz, S. & Robins, J. M. (2004). A structural approach to selection bias. *Epidemiology*, 615–625.

Herrera, P. (2016). Preparing and writing the state-of-the-art review. Haettu 28.7.2021 osoitteesta [https://www.researchgate.net/publication/304771756\\_Preparing\\_and\\_writing\\_the\\_state\\_of\\_the\\_art\\_review\\_2016\\_version](https://www.researchgate.net/publication/304771756_Preparing_and_writing_the_state_of_the_art_review_2016_version).

Hetu, R., Jones, L. & Getty, L. (1993). The impact of acquired hearing impairment on intimate relationships: implications for rehabilitation. *International Journal of Audiology*, 32, 363–380.

Higgins, P., Savović, J., Page M. & Sterne, J. (2019). Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2). Template for completion. Haettu 29.6.2021 osoitteesta <https://drive.google.com/file/d/18Zks7k4kxhbUUlbZ51Ya5xYa3p3ECQV0/view>.

Hirsh, I. J., Davis, H., Silverman, S. R., Reynolds, E. G., Eldert, E. & Benson, R. W. (1952). Development of materials for speech audiometry. *Journal of speech and hearing disorders*, 17, 321–337.

Holt, L. L. & Lotto, A. J. (2010). Speech perception as categorization. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 1218–1227.

Huddle, M. G., Goman, A. M., Kernizan, F. C., Foley, D. M., Price, C., Frick, K. D. & Lin, F. R. (2017). The economic impact of adult hearing loss: a systematic review. *JAMA otolaryngology-head & neck surgery*, 143, 1040–1048.

Hull, R. H. (1992). *Aural rehabilitation* (2. painos). London: Chapman & Hall.

Humes, L. E., Watson, B. U., Christensen, L. A., Cokely, C. G., Halling, D. C. & Lee, L. (1994). Factors associated with individual differences in clinical measures of speech recognition among the elderly. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37, 465–474.

Huttunen, K., Jauhiainen, T., Lyxell, B., McAllister, B., Määttä, T., Rönnerberg, J. & Svendsen, B. (2008). Kielellinen viestintä. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 45–62). Helsinki: Duodecim.

Iivonen, A. (2005). Lukijalle. Teoksessa A. Iivonen (toim.) *Puheen salaisuudet: Fonetikan uusia suuntia*. (s. 5–7). Helsinki: Gaudeamus.

Iivonen, A. (2012). Kielten vokaalit kuuloanalogisessa vokaalikartassa. *Puhe ja kieli*, 1, 17–43.

Jauhiainen T. (1974). *An Experimental Study of the Auditory Perception of Isolated Bissyllable Finnish Words*. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.

Jennings, C. R. & Jones, N. S. (2001). Presbycusis. *The Journal of laryngology and otology*, 115, 171–178.

Johansson, K. (2007). Kirjallisuuskatsaukset – Huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R.-L. Ääri (toim.), *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen* (s. 3–9). Turku: Turun Yliopisto.

Johansson, R. K. (1991). Kuulovian vaikutus puheen kuulemiseen. Teoksessa O. Aaltonen, P. Korpilahti, H. Lang, A. Salmivalli & J. Tuomainen (toim.), *Kielen vastaanotto ja käsittely aivoissa* (s. 27–35). Turku: Kuulon, kognition ja kommunikation tutkimusyksikkö.

Jørgensen, L., Paludan-Müller, A. S., Laursen, D. R., Savović, J., Boutron, I., Sterne, J. A., ... & Hróbjartsson, A. (2016). Evaluation of the Cochrane tool for assessing risk of

bias in randomized clinical trials: overview of published comments and analysis of user practice in Cochrane and non –Cochrane reviews. *Systematic reviews*, 5, 1–13.

Kappel, V., Moreno, A. C. & Buss, C. H. (2011) Plasticity of the auditory system: theoretical considerations. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77, 670–674.

Karlsson, F. (1983). *Suomen kielen äänne- ja muotorakenne*. Juva: WSOY.

Kent, R. D. (1997). *The Speech sciences*. San Diego: Singular publishing group.

Kiessling, J., Pichora-Fuller, M. K., Gatehouse, S., Stephens, D., Arlinger, S., Chisolm, T., ... von Wedel, H. (2003). Candidature for and delivery of audiological services: special needs of older people. *International Journal of Audiology*, 42, 92–101.

Killion, M. C., Niquette, P. A., Gudmundsen, G. I., Revit, L. J. & Banerjee, S. (2004). Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 2395–2405.

Kim, S. Y., Park, J. E., Lee, Y. J., Seo, H. J., Sheen, S. S., Hahn, S., ... & Son, H. J. (2013). Testing a tool for assessing the risk of bias for nonrandomized studies showed moderate reliability and promising validity. *Journal of clinical epidemiology*, 66, 408–414.

Kirk, K. I., Prusick, L., French, B., Gotch, C., Eisenberg, L. S. & Young, N. (2012). Assessing spoken word recognition in children who are deaf or hard of hearing: A translational approach. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23, 464–475.

Klippi, A. (2009). Puhe ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Teoksessa S. Lähti, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi, M. Vainio & O. Aaltonen (toim.), *Puhuva ihminen: Puhetieteiden perusteet* (s. 76–89). Helsinki: Otava.

Korpijaakko-Huuhka, A.-M. & Klippi, A. (2010). Ikääntyminen ja viestintä. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.), *Kieli ja aivot* (s. 265–269). Helsinki: Art-Print Oy.

Koziol, L. F. & Budding, D. E. (2012). Procedural Learning. Teoksessa N. M. Seel (toim.) *Encyclopedia of the sciences of learning*. Boston, MA: Springer. Haettu 11.9.2021 osoitteesta: [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_670](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_670).

Krokstad, A. & Laukli, E. (2008). Akustiikka. Teoksessa T. Jauhiainen (toim.), *Audiologia* (s. 11–32). Helsinki: Duodecim.

Kronlund, L., Wäre, T., Huttunen, K. & Kokkonen, J. (2012). Puheaudiometrysten tutkimusten suorittaminen. *Suomen audiologian yhdistys ry*. Haettu 18.7.2021 osoitteesta [https://www.say-ry.fi/index.php?page=document&document=puheaudiometriset\\_tutkimukset-2012.pdf&title=Puheaudiometrysten%20tutkimusten%20suorittaminen](https://www.say-ry.fi/index.php?page=document&document=puheaudiometriset_tutkimukset-2012.pdf&title=Puheaudiometrysten%20tutkimusten%20suorittaminen).

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature reviews neuroscience*, 5, 831–843.

Kuuloliitto. (2019). Kuulo ja kuulovammat. Haettu 28.6.2021 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/kuulo-ja-kuulovammat/>.

Kuuloliitto. (2021). Kuulokojeet ja apuvälineet. Haettu 18.7.2021 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/kuulokojeet-ja-apuvälineet/>.

Käypä hoito. (2021). Current care guidelines. Haettu 29.6.2021 osoitteesta <https://www.kaypahoito.fi/en/about-current-care-guidelines>.

Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell.

Ladefoged, P. (2005). *Vowels and consonants: An introduction to the sounds of languages* (2nd ed.). Malden (MA): Blackwell.

Lauri, S. (2003). *Näyttöön perustuva hoitotyö*. Helsinki: WSOY.

Lawrence, B. J., Jayakody, D. M., Henshaw, H., Ferguson, M. A., Eikelboom, R. H., Loftus, A. M. & Friedland, P. L. (2018). Auditory and cognitive training for cognition in adults with hearing loss: a systematic review and meta-analysis. *Trends in hearing*, 22, 1–20.

- Lee, S., Kawachi, I., Berkman, L. F. & Grodstein, F. (2003). Education, other socioeconomic indicators, and cognitive function. *American journal of epidemiology*, 157, 712–720.
- Lehtiö, L. & Johansson, E. (2016). Järjestelmällinen tiedonhaku hoitotieteessä. Teoksessa M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen (toim.), *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä* (s. 35–55). Turku: Turun Yliopisto.
- Lemetti, T. & Ylönen, M. (2016). Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusartikkeleiden arviointi. Teoksessa M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen (toim.), *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä* (s. 67–79). Turku: Turun Yliopisto.
- Lessa, A. H., Hennig, T. R., Costa, M. J. & Rossi, A. G. (2013). Results of auditory rehabilitation in elderly users of hearing aids evaluated by a dichotic test. *CoDAS*, 25, 169–175.
- Lieberman, A. M. (1957). Some results of research on speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 117–123.
- Lieberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P. & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological review*, 74, 431–461.
- Li-Korotky, H. S. (2012). Age-related hearing loss: quality of care for quality of life. *The Gerontologist*, 52, 265–271.
- Lin, F. R., Metter, E. J., O'Brien, R. J., Resnick, S. M., Zonderman, A. B. & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss and incident dementia. *Archives of Neurology*, 68, 214–220.
- Lin, F. R., Yaffe, K., Xia, J., Xue, Q. L., Harris, T. B., Purchase –Helzner, E., ... & Health ABC Study Group, F. (2013). Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA internal medicine*, 173, 293–299.
- Liu, X. Z. & Yan, D. (2007). Ageing and hearing loss. *The Journal of Pathology: A Journal of the Pathological Society of Great Britain and Ireland*, 211, 188–197.
- Looi, V., King, J. & Kelly-Campbell, R. (2012). A music appreciation training program developed for clinical application with cochlear implant recipients and hearing aid users. *Seminars in Hearing*, 33, 361–380.

- Losilla, J. M., Oliveras, I., Marin-Garcia, J. A. & Vives, J. (2018). Three risk of bias tools lead to opposite conclusions in observational research synthesis. *Journal of clinical epidemiology*, 101, 61–72.
- Luce, P. A. (1986). Neighborhoods of Words in the Mental Lexicon. Research on Speech Perception. Technical Report No. 6. Väitöskirja. Bloomington: Indianan yliopisto.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83, 713–721.
- Malmivaara, A. & Komulainen, J. (2014). Luotettavaa vaikuttavuustietoa järjestelmällisistä katsauksista. *Duodecim*, 130, 1635–1641.
- Malmivaara, A. (2002). Systemoitu kirjallisuuskatsaus – Työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. *Duodecim*, 118, 877–879.
- Marslen-Wilson, W. & Tyler, L. K. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, 1–71.
- McClelland, J. L. & Elman, J. L. (1985). *The TRACE Model of Speech Perception*. San Diego, La Jolla: Californian yliopisto.
- McCoy, S. L., Tun, P. A., Cox, L. C., Colangelo, M., Stewart, R. A. & Wingfield, A. (2005). Hearing loss and perceptual effort: Downstream effects on older adults' memory for speech. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58, 22–33.
- McDaid, D., Park, A. L. & Chadha, S. (2021). Estimating the global costs of hearing loss. *International Journal of Audiology*, 60, 162–170.
- Mener, D. J., Betz, J., Genther, D. J., Chen, D. & Lin, F. R. (2013). Hearing loss and depression in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61, 1627–1629.
- Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R. & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC health services research*, 14, 1–10.

Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: tutkijalaitos*. Helsinki: International Methelp.

Metsämuuronen, J. (2017). *Essentials of research methods in human sciences: Elementary basics, volume I*. New Delfi: Sage Publications.

Mick, P., Kawachi, I. & Lin, F. R. (2014). The association between hearing loss and social isolation in older adults. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 150, 378–384.

Miller, G. A. & Nicely, P. E. (1955). An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 338–352.

Miller, J. D., Watson, C. S., Kistler, D. J., Wightman, F. L. & Preminger, J. E. (2007). Preliminary evaluation of the speech perception assessment and training system (SPATS) with hearing-aid and cochlear-implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122, 3063–3073.

Minnaert, A. & Janssen, P. J. (1998). The additive effect of regulatory activities on top of intelligence in relation to academic performance in higher education. *Learning and Instruction*, 9, 77–91.

Minozzi, S., Cinquini, M., Gianola, S., Gonzalez-Lorenzo, M. & Banzi, R. (2020). The revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2) showed low interrater reliability and challenges in its application. *Journal of clinical epidemiology*, 126, 37–44.

Mohr, P. E., Feldman, J. J., Dunbar, J. L., McConkey-Robbins, A., Niparko, J. K., Rittenhouse, R. K. & Skinner, M. W. (2000). The societal costs of severe to profound hearing loss in the United States. *International journal of technology assessment in health care*, 16, 1120–1135.

Moore, B. C. (2003). Speech processing for the hearing-impaired: successes, failures, and implications for speech mechanisms. *Speech Communication*, 41, 81–91.

Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological review*, 76, 165–178.

Mulrow, C. D., Tuley, M. R. & Aguilar, C. (1992). Sustained benefits of hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35, 1402–1405.

Möttönen, R. & Watkins, K. E. (2009). Motor representations of articulators contribute to categorical perception of speech sounds. *Journal of Neuroscience*, 29, 9819–9825.

National library of medicine. (2021). *PubMed overview*. Haettu 28.6.2021 osoitteesta <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>.

Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M. & Fingerhut, M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American journal of industrial medicine*, 48, 446–458.

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. (2016). Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen (toim.), *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä* (s. 23–34). Turku: Turun Yliopisto.

Nilsson, M., Soli, S. D. & Sullivan, J. A. (1994). Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95, 1085–1099.

Noble, W. & Gatehouse, S. (2006). Effects of bilateral versus unilateral hearing aid fitting on abilities measured by the speech, spatial, and qualities of hearing scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, 45, 172–181.

Nummenmaa, L. (2004). *Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Vammala: Tammi.

Nykopp, J. (2015). 16 faktaa: Kuulon heikkeneminen. *Potilaan lääkärilehti*. Haettu 26.7.2021 osoitteesta <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/16-faktaa-kuulon-heikkeneminen/>.

Obleser, J., Scott, S. K. & Eulitz, C. (2006). Now you hear it, now you don't: transient traces of consonants and their nonspeech analogues in the human brain. *Cerebral Cortex*, 16, 1069–1076.

Olson, A. D. (2015). Options for auditory training for adults with hearing loss. *Seminars in hearing*, 36, 284–95.



Olson, A. D., Preminger, J. E. & Shinn, J. B. (2013). The effect of LACE DVD training in new and experienced hearing aid users. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24, 214–230.

Orlikoff, R. F., Schiavetti, N. & Metz, D. E. (2015). *Evaluating research in communication disorders*. Boston: Pearson.

Oulun yliopisto (2021). *Tietokantojen oppaat: ProQuest*. Haettu 28.6.2021 osoitteesta <https://libguides oulu.fi/c.php?g=58666 &p=377173>.

Palva, T. (1952). *Finnish speech audiometry: Methods and clinical applications*. Väitöskirja. Helsinki: Mercatorin kirjapaino.

Parker, J. A., Kaplan, A. D., Volante, W. G., Abich IV, J. & Sims, V. K. (2020). Exploring the Encoding Specificity Principle and Context-Dependent Recognition in Virtual Reality. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 64, 1481–1485. Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Parks, C. M. & Yonelinas, A. P. (2015). The importance of unitization for familiarity-based learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41, 881–903.

Patel, A. D. (2014). Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis. *Hearing research*, 308, 98–108.

PEDro (2021). *PEDro scale*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta <https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>.

Pekkala, S. (2010). Dementiaan liittyvät puheen, kielen ja kommunikaation muutokset. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.), *Kieli ja aivot* (s. 293–299). Helsinki: Art-Print Oy.

Petticrew, M. & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden: Blackwell Publishing.

Pichora-Fuller, M. K. & Levitt, H. (2012). Speech comprehension training and auditory and cognitive processing in older adults. *American Journal of Audiology*, 21, 351–357.

Pichora-Fuller, M. K. (2008). Use of supportive context by younger and older adult listeners: Balancing bottom-up and top-down information processing. *International Journal of Audiology*, 47, 72–82.

Pickett, J. M. (1999). *The acoustics of speech communication: Fundamentals, speech perception theory, and technology*. Boston: Allyn and Bacon.

Pizarek, R., Shafiro, V. & McCarthy, P. (2013). Effect of computerized auditory training on speech perception of adults with hearing impairment. *Perspectives on Aural Rehabilitation and Its Instrumentation*, 20, 91–106.

Plomp, R. (1977). Auditory handicap of hearing impairment and the limited benefit of hearing aids. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 61, S5.

Poeppel, D. & Monahan, P. J. (2011). Feedforward and feedback in speech perception: Revisiting analysis by synthesis. *Language and Cognitive Processes*, 26, 935–951.

Prajapati, B., Dunne, M. & Armstrong, R. (2010). Sample size estimation and statistical power analyses. *Optometry today*, 16, 10–18.

Pudas-Tähkä, S.-M. & Axelin, A. (2007). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajausta, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R.-L. Ääri (toim.), *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen* (s. 46–57). Turku: Turun Yliopisto.

Puljak, L., Ramic, I., Naharro, C. A., Brezova, J., Lin, Y. C., Surdila, A. A., ... & Salvado, M. S. (2020). Cochrane risk of bias tool was used inadequately in the majority of non-Cochrane systematic reviews. *Journal of clinical epidemiology*, 123, 114–119.

Rao, A., Rishiq, D., Yu, L., Zhang, Y. & Abrams, H. (2017). Neural correlates of selective attention with hearing aid use followed by read my quips auditory training program. *Ear & Hearing*, 38, 28–41.

Reber, M. B. & Kompis, M. (2005). Acclimatization in first-time hearing aid users using three different fitting protocols. *Auris Nasus Larynx*, 32, 345–351.

Reder, L. M., Anderson, J. R. & Bjork, R. A. (1974). A semantic interpretation of encoding specificity. *Journal of experimental psychology*, 102, 648–656.

Revoile, S. G. (1999). Hearing loss and the audibility of phoneme cues. Teoksessa J. M. Pickett (toim.), *The acoustics of speech communication. Fundamentals, speech perception theory, and technology* (s. 289–323). Boston: Allyn and Bacon.

Rishiq, D., Rao, A., Koerner, T. & Abrams, H. (2016). Can a commercially available auditory training program improve audiovisual speech performance? *American Journal of Audiology*, 25, 308–312.

Risk of bias tools. (2021). *Risk of bias.info*. Haettu 15.7.2021 osoitteesta <https://www.riskofbias.info/>.

Rosenhouse, J., Haik, L. & Kishon-Rabin, L. (2006). Speech perception in adverse listening conditions in Arabic-Hebrew bilinguals. *International Journal of Bilingualism*, 10, 119–135.

Roth, T., Hanebuth, D. & Probst, R. (2011). Prevalence of age-related hearing loss in Europe: A review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 268, 1101–1107.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto* [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Haettu 18.7.2021 osoitteesta [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L3\\_3\\_1.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L3_3_1.html).

Salakari, M. (2020). Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tuottamisen menetelmänä. Haettu 28.7.2021 osoitteesta [https://tohtori.turkuamk.fi/uploads/2020/04/92b18b03-kirjallisuuskatsaus\\_20.4.20.pdf](https://tohtori.turkuamk.fi/uploads/2020/04/92b18b03-kirjallisuuskatsaus_20.4.20.pdf).

Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopisto: Vaasan yliopiston opetusjulkaisu 62, julkisjohtaminen 4.

Salminen, A.-L. & Hiekkala, S. (2019). Teoksessa A.-L. Salminen & S. Hiekkala (toim.), *Kokemuksia etäkuntoutuksesta: Kelan etäkuntoutushankkeen tuloksia* (s. 9–12). Helsinki: Kelan tutkimus.

Salonen, J., Kronlund, L. & Kentala, E. (2011). Mitä uutta kuulonkuntoutuksessa? *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 127, 835–842.

Saunders, G. H., Smith, S. L., Chisolm, T. H., Frederick, M. T., McArdle, R. A. & Wilson, R. H. (2016). A randomized control trial: Supplementing hearing aid use with listening and communication enhancement (LACE) auditory training. *Ear & Hearing*, 37, 381–396.

Savović, J., Weeks, L., Sterne, J. A., Turner, L., Altman, D. G., Moher, D. & Higgins, J. P. (2014). Evaluation of the Cochrane Collaboration's tool for assessing the risk of bias in randomized trials: focus groups, online survey, proposed recommendations and their implementation. *Systematic reviews*, 3, 1–12.

Scarinci, N., Worrall, L. & Hickson, L. (2009). The effect of hearing impairment in older people on the spouse: Development and psychometric testing of the significant other scale for hearing disability (SOS-HEAR). *International Journal of Audiology*, 48, 671–683.

Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S. & Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC medical informatics and decision making*, 7, 1–6.

Scharenborg, O. & Boves, L. (2010). Computational modelling of spoken-word recognition processes: Design choices and evaluation. *Pragmatics & Cognition*, 18, 136–164.

Schmand, B., Smit, J. H., Geerlings, M. I. & Lindeboom, J. (1997). The effects of intelligence and education on the development of dementia. A test of the brain reserve hypothesis. *Psychological medicine*, 27, 1337–1344.

Schoepflin, J. R. (2012). Back to basics: Speech audiometry. *Audiology online*. Haettu 2.8.2021 osoitteesta <https://www.audiologyonline.com/articles/back-to-basics-speech-audiometry-6828>.

Schön, D., Magne, C. & Besson, M. (2004). The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41, 341–349.

Shahin, A. J. (2011). Neurophysiological influence of musical training on speech perception. *Frontiers in psychology*, 2, 1–10.

Sivonen, V., Willberg, T., Sinkkonen, S., Aarnisalo, A. & Dietz, A. (2017). Suomenkielinen puheaudiometria ja uudet hälypuhetestit. *Lääkärilehti*, 41, 2302–2307.

Smaldino, J. & Smaldino, S. (1993). Computers in hearing rehabilitation. Teoksessa J. Alpinen & P. McCarthy (toim.), *Rehabilitative audiology: Children and adults* (2. painos, s. 470–488). Baltimore: Williams & Wilkins.

Smith, J. & Noble, H. (2014). Bias in research. *Evidence-based nursing*, 17, 100–101.

Smith, S. L., Saunders, G. H., Chisolm, T. H., Frederick, M. & Bailey, B. A. (2016). Examination of individual differences in outcomes from a randomized controlled clinical trial comparing formal and informal individual auditory training programs. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59, 876–886.

Sommers, M. S. (1997). Geriatric bioscience: Speech Perception in Older Adults: The Importance of Speech-Specific Cognitive Abilities. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 633–637.

Song, Y. J., Lee, H. J. & Jang, H. S. (2010). A study on the development of KNISE-DASP (KNISE-Developmental Assessment of Speech Perception) for auditory training. Haettu 29.6.2021 osoitteesta <https://iss.ndl.go.jp/books/R100000002-Ia1000122439-00?ar=4e1f&locale=en>.

Song, J. H., Skoe, E., Banai, K. & Kraus, N. (2011). Perception of speech in noise: neural correlates. *Journal of cognitive neuroscience*, 23, 2268–2279.

Sorri, M. & Huttunen K. (2003). Ikääntyneen kuulo. Teoksessa E. Heikkinen & R. Rantanen (toim.), *Gerontologia* (s. 143–154). Helsinki: Duodecim.

Sorri, M. (2000). Kuulovikojen tyypit, etiologia ja esiintyvyys. Teoksessa E. Lonka & A.-M. Korpijaakko-Huuhka (toim.), *Kuulon ja kielen kuntoutus. Vuorovaikutuksesta kommunikointiin* (s. 77–88). Tampere: Tammer-Paino Oy.

Sorri, M., Roine, R. & Mäki-Torkko, E. (2004) Aikuisten kuulovikojen yleisyys, kuulokojekuntoutus ja sen kustannukset. *Duodecim*, 120, 807–813.

Speaks, C. & Jerger, J. (1965). Method for measurement of speech identification. *Journal of Speech and Hearing Research*, 8, 185–194.

- Sprinzl, G. M. & Riechelmann, H. (2010). Current trends in treating hearing loss in elderly people: a review of the technology and treatment options—a mini -review. *Gerontology*, 56, 351–358.
- Stacey, P. C. & Summerfield, A. Q. (2008). Comparison of word-, sentence-, and phoneme-based training strategies in improving the perception of spectrally distorted speech. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 51, 526–538.
- Stanley, T. D. (2005). Beyond publication bias. *Journal of economic surveys*, 19, 309–345.
- Stecker, G. C., Bowman, G. A., Yund, E. W., Herron, T. J., Roup, C. M. & Woods, D. L. (2006). Perceptual training improves syllable identification in new and experienced hearing aid users. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 43, 537–552.
- Stern, R. M. & Trahiotis, C. (1995). Models of binaural interaction. *Handbook of perception and cognition*, 6, 347–386.
- Sterne, J., Hernán, M., Reeves, B., Savović, J., Berkman, N., Viswanathan, M., ... & Higgins, J. (2016). ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomized studies of interventions. *BMJ*, 355, 1–7.
- Sterne, J., Savović, J., Page, M., Elbers, R., Blencowe, N., Boutron, I., ... & Higgins, J. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366, 1–58.
- Stevens, K. N. (1972). The quantal nature of speech: evidence from articulatory-acoustic data. Teoksessa E. David & P. Denes (toim.), *Human communication: A unified view*. (s. 51–66). New York: McGraw-Hill book company.
- Stevens, K. N. (1989). On the quantal nature of speech. *Journal of phonetics*, 17, 3–45.
- Stropahl, M., Besser, J. & Launer, S. (2020). Auditory training supports auditory rehabilitation: a state-of-the-art review. *Ear and hearing*, 41, 697–704.
- Studebaker, G. A. (1985). A “rationalized” arcsine transform. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 455–462.

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. (2016). Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen (toim.), *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä* (s. 7–22). Turku: Turun Yliopisto.

Suomi, K. (1990). *Johdatusta puheen akustiikkaan*. Oulu: Oulun yliopisto.

Suomi, K., Toivanen, J. & Ylitalo, R. (2006). *Fonetiikan ja suomen äänneopin perusteet*. Helsinki: Gaudeamus.

Suomi, K., Toivanen, J. & Ylitalo, R. (2008). *Finnish sound structure: Phonetics, phonology, phonotactics and prosody*. Oulu: Oulun yliopisto.

Sutton, A. J. (2009). Publication bias. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 2, 435–452.

Sweetow, R. W. & Palmer, C. V. (2005). Efficacy of individual auditory training in adults: A systematic review of the evidence. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16, 494–504.

Sweetow, R. W. & Sabes, J. H. (2006). The need for and development of an adaptive listening and communication enhancement (LACE) program. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 538–558.

Sweetow, R. W. & Sabes, J. H. (2010). Auditory training and challenges associated with participation and compliance. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21, 586–593.

Taljaard, D. S., Olaithe, M., Brennan-Jones, C. G., Eikelboom, R. H. & Bucks, R. S. (2016). The relationship between hearing impairment and cognitive function: a meta-analysis in adults. *Clinical Otolaryngology*, 41, 718–729.

Tao, K. F. M., Brennan-Jones, C. G., Capobianco-Fava, D. M., Jayakody, D. M. P., Friedland, P. L., Swanepoel, D. W. & Eikelboom, R. H. (2018). Teleaudiology services for rehabilitation with hearing aids in adults: A systematic review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61, 1831–1849.

Taylor, B. (2016). *Fitting and dispensing hearing aids*. San Diego: Plural Publishing, Inc.

THL. (2021a). Toimintakyky: ICF-luokitus. Haettu 2.7.2021 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus>

THL. (2021b). Toimintakyky: ICF-luokituksen rakenne. Haettu 17.7.2021 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus/icf-luokituksen-rakenne>.

Tremblay, K. L., Piskosz, M. & Souza, P. (2003). Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. *Clinical Neurophysiology*, 114, 1332–1343.

Tuomainen, O. (2010). Puheen havaitsemisen behavioraaliset tutkimusmenetelmät. Teoksessa P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.), *Kieli ja aivot*, (s. 62–67). Helsinki: Art-Print Oy.

Tye-Murray, N. (2016). A cLEAR™ solution to the changing climate of hearing healthcare. *Audiol Pract*, 8, 12–1652. Haettu 29.6.2021 osoitteesta [https://www.clear-works4ears.com/static/media\\_relations/Audiology%20practices%20proofs.pdf](https://www.clear-works4ears.com/static/media_relations/Audiology%20practices%20proofs.pdf).

Tye-Murray, N., Spehar, B., Barcroft, J. & Sommers, M. (2017). Auditory training for adults who have hearing loss: A comparison of spaced versus massed practice schedules. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 60, 2337–2345.

Tye-Murray, N., Spehar, B., Myerson, J., Hale, S. & Sommers, M. (2016). Lipreading and audiovisual speech recognition across the adult lifespan: Implications for audiovisual integration. *Psychology and aging*, 31, 380–389.

Tyler, R. S., Preece, J. P. & Tye-Murray, N. (1986). The Iowa Phoneme and Sentence Tests [laser videodisc]. Unpublished manuscript, Department of Otolaryngology—Head and Neck Surgery, University of Iowa, Iowa City, IA.

Tyler, R.S., Witt, S.A., Dunn, C.C. & Wang, W. (2010). Initial development of a spatially separated speech-in-noise and localization training program. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21, 390–403.

Uimonen S., Huttunen K., Jounio-Ervasti K. & Sorri M. (1999). Do we know the real need for hearing rehabilitation at the population level? Hearing impairments in the 5- to 75-year-old cross-sectional Finnish population. *British Journal of Audiology*, 33, 53–59.



- Van Breukelen, G. J. (2006). ANCOVA versus change from baseline had more power in randomized studies and more bias in nonrandomized studies. *Journal of clinical epidemiology*, 59, 920–925.
- Ventry, I. M. & Weinstein, B. E. (1982). The hearing handicap inventory for the elderly: A new tool. *Ear and Hearing*, 3, 128–134.
- Verhagen, A. P., De Vet, H. C., De Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M. & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of clinical epidemiology*, 51, 1235–1241.
- Välimaa, T. (2002). *Speech perception and auditory performance in hearing-impaired adults with a multichannel cochlear implant*. Väitöskirja. Oulu: Department of Finnish.
- Välimaa, T. (2010). Katsaus sisäkorvaistutetta käyttävien aikuisten kuulonvaraiseen puheen havaitsemiseen. *Puhe ja kieli*, 30, 203–219.
- Välimaa, T. & Haapala, S. (2020). Kuuntelutaidot. Teoksessa E. Nimeitalo-Haapola, S. Haapala & S. Ukkola (toim.), *Lapsen kielenkehitys: Vuorovaikutuksen, leikin ja luovuuden merkitys* (s. 37–58). Keuruu: Otavan kirjapaino oy.
- Välimaa, T. T., Määttä, T. K., Löppönen, H. J. & Sorri, M. J. (2002a). Phoneme recognition and confusions with multichannel cochlear implants: Consonants. *Journal of speech, language, and hearing research*, 45, 1055–1069.
- Välimaa, T. T., Määttä, T. K., Löppönen, H. J. & Sorri, M. J. (2002b). Phoneme recognition and confusions with multichannel cochlear implants: Vowels. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45, 1039–1054.
- Välimaa, T. & Sorri, M. (2000). Speech perception after multichannel cochlear implantation in Finnish-speaking postlingually deafened adults. *Scandinavian audiology*, 29, 276–283.
- Warner, N. (1998). *The role of dynamic cues in speech perception, spoken word recognition, and phonological universals*. Väitöskirja. Berkeley: University of California.

Whitley, E. & Ball, J. (2002). Statistics review 4: sample size calculations. *Critical care*, 6, 1–7.

WHO. (2013). Multi-country assessment of national capacity to provide hearing care. Haettu 28.6.2021 osoitteesta [http://www.who.int/pbd/publications/WHOReport-HearingCare\\_Englishweb.pdf](http://www.who.int/pbd/publications/WHOReport-HearingCare_Englishweb.pdf).

WHO. (2019). Deafness and hearing loss. Haettu 28.6.2021 osoitteesta [https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab_1).

WHO. (2021). Claasifications: Family of classifications and terminologies. Haettu 2.7.2021 osoitteesta <https://www.who.int/standards/classifications>.

Whitton, J. P., Hancock, K. E., Shannon, J. M. & Polley, D. B. (2017). Audiomotor perceptual training enhances speech intelligibility in background noise. *Current Biology*, 27, 3237–3247.

Wiik, K. (1981). *Fonetiikan perusteet*. Helsinki: WSOY.

Wikimedia commons. (2021). *The speech banana*. Haettu 29.6.2021 osoitteesta [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Speech\\_Banana\\_no\\_icons.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Speech_Banana_no_icons.png).

Wilson, B. S. & Tucci, D. L. (2021). Addressing the global burden of hearing loss. *The Lancet*, 397, 945–947.

Wilson, R. H. (2003). Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14, 453–470.

Wilson, R. H., McArdle, R. A. & Smith, S. L. (2007). An evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN materials on listeners with normal hearing and listeners with hearing loss. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 50, 844–856.

Windmill, I. M. & Freeman, B. A. (2013). Demand for audiology services: 30-year projections and impact on academic programs. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24, 407–416.

Wingfield, A., Tun, P. A. & McCoy, S. L. (2005). Hearing loss in older adulthood: What it is and how it interacts with cognitive performance. *Current directions in psychological science*, 14, 144–148.

Wong, P. C., Ettlinger, M., Sheppard, J. P., Gunasekera, G. M. & Dhar, S. (2010). Neuroanatomical characteristics and speech perception in noise in older adults. *Ear and hearing*, 31, 471–479.

Wong, P. C., Jin, J. X., Gunasekera, G. M., Abel, R., Lee, E. R. & Dhar, S. (2009). Aging and cortical mechanisms of speech perception in noise. *Neuropsychologia*, 47, 693–703.

Woods, D. L., Arbogast, T., Doss, Z., Younus, M., Herron, T. J. & Yund, E. W. (2015). Aided and unaided speech perception by older hearing impaired listeners. *PloS one*, 10, 1–29.

Woods, D. L., Doss, Z., Herron, T. J., Arbogast, T., Younus, M., Ettlinger, M. & Yund, E. W. (2015). Speech perception in older hearing impaired listeners: benefits of perceptual training. *PloS one*, 10, 1–25.

Woods, D. L., Yund, E. W. & Herron, T. J. (2010). Measuring consonant identification in nonsense syllables, words, and sentences. *J Rehabil Res Dev*, 47, 243–60.

Ylikoski, J. & Raivio, M. (1997). Kuulemisen uudet apuvälineet. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 113, 1223–1228.

Yu, J., Jeon, H., Song, C. & Han, W. (2017). Speech perception enhancement in elderly hearing aid users using an auditory training program for mobile devices. *Geriatrics & Gerontology International*, 17, 61–68.

Yueh, B., Souza, P. E., McDowell, J. A., Collins, M. P., Loovis, C. F., Hedrick, S. C., ... & Deyo, R. A. (2001). Randomized trial of amplification strategies. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 127, 1197–1204.

Yund, E. W., Roup, C. M., Simon, H. J. & Bowman, G. A. (2006). Acclimatization in wide dynamic range multichannel compression and linear amplification hearing aids. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 43, 517–536.

Zekveld, A. A., Heslenfeld, D. J., Festen, J. M. & Schoonhoven, R. (2006). Top-down and bottom-up processes in speech comprehension. *NeuroImage*, 32, 1826–1836.

Zhang, M., Gale, S. D., Erickson, L. D., Brown, B. L., Woody, P. & Hedges, D. W. (2015). Cognitive function in older adults according to current socioeconomic status. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 22, 534–543.

Zhang, T., Dorman, M., Fu, Q. J. & Spahr, A. J. (2012). Auditory training in patients with unilateral cochlear implant and contralateral acoustic stimulation. *Ear and Hearing*, 33, 70–79.

## **LIITTEET**

PICOS-työkalun avulla tehty tutkimusongelman määrittely

PICOS (Methley, Campbell, Chew-Graham, McNally & Cheraghi-Sohi, 2014).

P = Population; kuulovikaiset kuulokojetta käyttävät aikuiset

I = Intervention; puheen havaitsemisen tietotekninen omatoiminen kuntoutus

C = Comparison; ei kuntoutusta/muu kuntoutus/toistomittaus

O = Outcome; puheen havaitsemista mittaavien behavioraalisten testien tulokset

S = Study type; RCT/NRCT/kohorttitutkimus/toistomittaustutkimus

## Koehakujen kuvaus

19.11.2020 tehtiin neljä koehakua viiteen eri tietokantaan (EBSCO, ProQuest, PubMed Scopus ja Web of Science). Koehakujen avulla pyrittiin haarukoimaan saatavaa tulostajoukkoa sopivan kokoiseksi ja relevanssiltaan hyväksi. Relevanssin arviointi tehtiin kohauissa viisiportaisella asteikolla 14 ensimmäisen hakutuloksen perusteella kussakin tietokantakokoelmassa. Relevanssia arvioitiin julkaisun otsikon perusteella ja relevanssin tasolle oli arbitraarisesti määritetty seuraavat arvot:

- Erittäin huono: 0–2 julkaisua oli tutkimusaiheen kannalta relevantteja
- Huono: 3–5 julkaisua oli tutkimusaiheen kannalta relevantteja
- Kohtalainen: 6–8 julkaisua oli tutkimusaiheen kannalta relevantteja
- Hyvä: 9–11 julkaisua oli tutkimusaiheen kannalta relevantteja
- Erittäin hyvä: 12–14 julkaisua oli tutkimusaiheen kannalta relevantteja

Kaikissa tietokantakokoelmissa haku rajattiin alustavasti vertaisarvioituihin julkaisuihin sekä julkaisuvuoteen (1980 ->). PubMedissä rajausta vertaisarvioituihin julkaisuihin ei voinut tehdä.

Kaikissa hauissa käytettiin samoja, tietokantaan sopivaksi muokattuja hakulausekkeita, jotka olivat EBSCO:ssa, Scopusissa ja Web of Science:ssa seuraavat:

### Kuulovikaan liittyvät termit:

“hearing loss” OR “loss of hearing” OR “hearing disorder\*” OR “distorted hear\*” OR “hearing impair\*” OR “hard of hearing” OR “hearing aid\*” OR dys\*c\*usis OR par\*c\*usis OR hypo\*c\*usis OR presby\*c\*usis

### Puheen havaitsemiseen liittyvät termit

“audit\* percept\*” OR “speech percept\*” OR “speech-percept\*”

### Kuntoutukseen liittyvät termit

rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\*

### Ikään liittyvät termit

adult\* OR elder\* OR “old people”

ProQuest:ssä ja PubMed:ssä hakulausekkeet olivat seuraavat:

### Kuulovikaan liittyvät termit:

“hearing loss” OR “loss of hearing” OR “hearing disorder\*” OR “distorted hear\*” OR “hearing impair\*” OR “hard of hearing” OR “hearing aid\*” OR dysacusis OR dysacousis OR paracusis OR paracousis OR hypocusis OR hypoacusis OR hypoacousis OR hypocousis OR presbycusis OR presbyacusis OR presbycousis OR presbyacusis

Puheen havaitsemiseen liittyvät termit

“auditory percept\*” OR “auditive percept\*” OR “speech-percept\*” OR “speech percept\*”

Kuntoutukseen liittyvät termit

rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\*

Ikään liittyvät termit

adult\* OR elder\* OR "old people"

Haussa 1 hakutermejä ei kohdistettu erikseen mihinkään hakukenttään, joten se tuotti hyvin runsaasti hakutuloksia, joiden relevanssi oli pääosin erittäin huono (kts. taulukko 11).

Haussa 2 tulosten määrää pyrittiin rajaamaan kohdistamalla puheen havaitsemiseen liittyvät termit sekä kuntoutukseen liittyvät termit julkaisun otsikkoon. Haku 2 tuotti hyvin rajallisen määrän tuloksia, joiden relevanssi oli pääosin kohtalainen (kts. taulukko 11).

Haun 3 tarkoituksena oli lisätä saatujen tulosten määrää kohdistamalla vain puheen havaitsemiseen liittyvät termit julkaisun otsikkoon. Haku 3 tuotti kohtuullisen määrän tuloksia, joiden relevanssi oli pääosin erittäin huono (kts. taulukko 11).

Haussa 4 kuntoutukseen liittyvät termit kohdistettiin julkaisun otsikkoon. Haku 4 tuotti kohtuullisen määrän tuloksia, joiden relevanssi oli pääosin hyvä (kts. taulukko 11). Koehaun 4 asetukset päätettiin näillä perustein valita varsinaisen haun asetuksiksi.

Taulukko 11. Koehakujen tuottamat hakutulokset ja 14 ensimmäisen tuloksen relevanssit

	Tietokantako- koelma	EBSCO	ProQuest	PubMed	Scopus	Web of Science	Yh- teensä
Haku 1	Hakutulokset	3617	209	2874	1920	2715	11 335
	Relevanssi	Kohtalainen (6)	Erittäin huono (1)	Erittäin huono (1)	Huono (3)	Erittäin huono (1)	12
Haku 2	Hakutulokset	24	4	20	22	25	95
	Relevanssi	Kohtalainen (8)	Huono (3)	Kohtalai- nen (7)	Kohtalai- nen (7)	Kohtalai- nen (8)	33
Haku 3	Hakutulokset	289	29	243	133	220	914
	Relevanssi	Huono (3)	Huono (3)	Erittäin huono (0)	Erittäin huono (2)	Erittäin huono (1)	9
Haku 4	Hakutulokset	522	58	328	304	321	1533
	Relevanssi	Hyvä (11)	Hyvä (11)	Huono (4)	Kohtalai- nen (8)	Hyvä (10)	44

*Huom.* Relevanttien tulosten lukumäärä suluissa.



Tietokantakokoelmiin sisältyvät yksittäiset tietokannat

### EBSCO

GeoRef, MLA International Bibliography, MLA Directory of Periodicals, Library, Information Science & Technology Abstracts, America: History & Life, Communication & Mass Media Complete, GreenFILE, GeoRef In Process, Avery Index to Architectural Periodicals, Arctic & Antarctic Regions, EconLit with Full Text, Regional Business News, eBook Collection (EBSCOhost), ERIC, MEDLINE, Audiobook Collection (EBSCOhost), eBook Academic Collection (EBSCOhost), Art & Architecture Complete, OpenDissertations, Academic Search Ultimate, Teacher Reference Center, APA PsycArticles, CINAHL with Full Text, Business Source Ultimate, Historical Abstracts with Full Text

### ProQuest

ABI/INFORM, Accounting, Tax & Banking Collection, Asian & European Business Collection, Business Market Research Collection, Early English Books Online, Ebook Central, Criminal Justice Database, National Criminal Justice Reference Service (NCJRS) Abstracts Database, Education Database, ERIC, International Bibliography of the Social Sciences (IBSS), Library & Information Science Abstracts (LISA), Library Science Database, Linguistics and Language Behavior Abstracts (LLBA), Linguistics Database, PAIS Index, Policy File Index, Political Science Database, Worldwide Political Science Abstracts, Social Science Database, Applied Social Sciences Index & Abstracts (ASSIA), Sociological Abstracts, Sociology Database

### PubMed

Medline, PubMed Central, Bookshelf (National library of medicine, 2021).

### Scopus

Suuri joukko eri tieteenalojen julkaisuja, mm. lehtiä, kirjoja ja konferenssijulkaisuja (Elsevier, 2021).

### Web of science

Web of science core collection, KCI-Korean Journal database, MEDLINE, Russian science citation index, ScELO citation index

Tarkat kussakin tietokannassa käytetyt hakulausekkeet

Lopullinen hakulauseke (19.11.2020) EBSCO, Scopus, Web of Science

Kuulovikaan liittyvät termit:

“hearing loss” OR “loss of hearing” OR “hearing disorder\*” OR “distorted hear\*” OR  
“hearing impair\*” OR “hard of hearing” OR “hearing aid\*” OR dys\*c\*usis OR  
par\*c\*usis OR hypo\*c\*usis OR presby\*c\*usis

Puheen havaitsemiseen liittyvät termit

“audit\* percept\*” OR “speech percept\*” OR “speech-percept\*”

Kuntoutukseen liittyvät termit -> rajattu TITLE

rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\*

Ikään liittyvät termit

adult\* OR elder\* OR “old people”

Lopullinen hakulauseke (19.11.2020); ProQuest, PubMed

Kuulovikaan liittyvät termit:

“hearing loss” OR “loss of hearing” OR “hearing disorder\*” OR “distorted hear\*” OR  
“hearing impair\*” OR “hard of hearing” OR “hearing aid\*” OR dysacusis OR  
dysacusis OR paracusis OR paracousis OR hypocusis OR hypoacusis OR hypoacousis  
OR hypocusis OR presbycusis OR presbyacusis OR presbycousis OR presbyacousis

Puheen havaitsemiseen liittyvät termit

“auditory percept\*” OR “auditive percept\*” OR “speech-percept\*” OR “speech per-  
cept\*”

Kuntoutukseen liittyvät termit -> rajattu TITLE

rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\*

Ikään liittyvät termit

adult\* OR elder\* OR “old people”

Kokonaisuudessaan hakulauseke näytti EBSCO, Scopus ja Web of Science -tietokanta-  
kokoelmissa tältä:

("hearing loss" OR "loss of hearing" OR "hearing disorder\*" OR "distorted hear\*" OR "hearing impair\*" OR "hard of hearing" OR "hearing aid\*" OR dys\*c\*usis OR par\*c\*usis OR hypo\*c\*usis OR presby\*c\*usis ) AND ( "audit\* percept\*" OR "speech percept\*" OR "speech-percept\*" ) AND TI ( rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\* ) AND ( adult\* OR elder\* OR "old people" )

Kaikissa tietokantahauissa käytettiin samoja hakusanoja, joskin ProQuest ja PubMed -tietokantakokoelmissa hakusanojen muotoa oli hieman muutettava, sillä nämä tietokannat eivät salli useamman korvausmerkin käyttöä yhden sanan sisällä. ProQuestin ja PubMedin lopullinen hakulauseke oli seuraava:

noft("hearing loss" OR "loss of hearing" OR "hearing disorder\*" OR "distorted hear\*" OR "hearing impair\*" OR "hard of hearing" OR "hearing aid\*" OR dysacousis OR dysacousis OR paracousis OR paracousis OR hypocusis OR hypoacusis OR hypoacusis OR hypocusis OR presbycusis OR presbyacusis OR presbycousis OR presbyacusis) AND noft("auditory percept\*" OR "auditive percept\*" OR "speech-percept\*" OR "speech percept\*") AND ti(rehabilit\* OR train\* OR learn\* OR intervent\* OR manag\*) AND noft(adult\* OR elder\* OR "old people")

Vaikka Proquestin ohjeiden mukaan erilaiset kirjoitusasut huomioidaan haussa ja hakukone tunnistaa myös yhdysviivattoman kirjoitusasun (Oulun yliopisto, 2021), käytettiin selkeyden vuoksi samoja hakulausekkeita sekä ProQuest että PubMed -tietokantahauissa.

Varsinaisia hakuja varten tehtiin vertaisarvioinnin ja julkaisuvuoden lisäksi seuraavat rajaukset:

- Kieli; englanti, suomi, saksa tai espanja
- Julkaisun tyyppi: artikkeli, lehtiartikkeli, kirja tai kirjan kappale, katsausartikkeli (article, journal article, review, books, book chapter, scholarly journals) tai haku kohdistettiin kaikkiin (all).

Taulukko 12. Kokotekstistasolla tietokantahauissa ja viitehauissa poissuljetut artikkelit

Tutkijat	Julkaisun nimi	Hylkäämisperuste	Yhteensä
Abrams ym., 2015	Can a Remotely Delivered Auditory Training Program Improve Speech-in-Noise Understanding?	Controlling of other impairments not mentioned	
Chisolm ym., 2013	Learning to listen again: the role of compliance in auditory training for adults with hearing loss	Controlling of other impairments not mentioned	
Woods, 2007	Perceptual Training of Phoneme Identification for Hearing Loss	Controlling of other impairments not mentioned	
Garstecki, 1981	Auditory-visual training paradigm for hearing-impaired adults	Controlling of other impairments not mentioned	
Henshaw & Ferguson, 2013	Assessing the benefits of auditory training to real-world listening: identifying appropriate and sensitive outcomes	Controlling of other impairments not mentioned	
Kuk ym., 2014	Evaluation of a localization training program for hearing impaired listeners	Controlling of other impairments not mentioned	
Levitt ym., 2011	Entertainment overcomes barriers of auditory training	Controlling of other impairments not mentioned	
Megale ym., 2010	Auditory training: assessment of the benefit of hearing aids in elderly individuals.	Controlling of other impairments not mentioned	
Miller ym., 2008	Preliminary evaluation of the speech perception assessment and training system (SPATS) with hearing-aid and cochlear-implant users	Controlling of other impairments not mentioned	
Sweetow & Henderson-Sabes, 2004	The case for LACE: listening and auditory communication enhancement training	Controlling of other impairments not mentioned	
Sweetow & Henderson-Sabes, 2006	The need for and development of an adaptive Listening and Communication Enhancement (LACE) Program	Controlling of other impairments not mentioned	
Tye-Murray, 2016	Auditory Training With Frequent Communication Partners	Controlling of other impairments not mentioned	
Tye-Murray, 2012	Using patient perceptions of relative benefit and enjoyment to assess auditory training	Controlling of other impairments not mentioned	13 kpl

Yu ym., 2017	Neuromodulatory effects of auditory training and hearing aid use on audiovisual speech perception in elderly individuals	From another study already included	
Sweetow, 2007	Listening and Communication Enhancement (LACE)	From another study already included (Same population as Sweetow & Sabes, 2006)	
Sweetow & Henderson-Sabes, 2007	Variables predicting outcomes on listening and communication enhancement (LACE (TM)) training	From another study already included (Sweetow & Henderson Sabes, 2006)	3 kpl
Anderson ym., 2013	Training changes processing of speech cues in older adults with hearing loss	HA use not mentioned	
Anderson ym., 2014	Partial maintenance of auditory-based cognitive training benefits in older adults	HA use not mentioned	
Anderson ym., 2013	Reversal of age-related neural timing delays with training	HA use not mentioned	
Bieber & Gordon-Salant, 2017	Adaptation to novel foreign-accented speech and retention of benefit following training: Influence of aging and hearing loss	HA use not mentioned	
Burk & Humes, 2008	Effects of Long-Term Training on Aided Speech-Recognition Performance in Noise in Older Adults	HA use not mentioned	
Conklin & Subtelny, 1980	Effect of speech training upon speechreading in hearing-impaired adults	HA use not mentioned	
Delphi ym., 2017	Reliability of Interaural Time Difference-Based Localization Training in Elderly Individuals with Speech-in-Noise Perception Disorder	HA use not mentioned	
Fernandes ym., 2019	Study of hearing processing in seniors before and after hearing training	HA use not mentioned	
Günther ym., 2003	Long-term improvements in cognitive performance through computer-assisted cognitive training: a pilot study in a residential home for older people	HA use not mentioned	

Humes ym., 2009	Development and efficacy of a frequent-word auditory training protocol for older adults with impaired hearing	HA use not mentioned	
Kraus & White-Schwoch, 2019	Training Older Adults to Hear Better	HA use not mentioned	
Mahncke ym., 2006	Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity-based training program: a randomized, controlled study	HA use not mentioned	
Sabin ym., 2013	Different patterns of perceptual learning on spectral modulation detection between older hearing-impaired and younger normal-hearing adults	HA use not mentioned	
Tugumia ym., 2016	Auditory training program in subjects with tinnitus	HA use not mentioned	
Wilson ym., 2003	Learning effects associated with repeated word-recognition measures using sentence materials	HA use not mentioned	
Yusof ym., 2019	Efficacy of a newly developed auditory–cognitive training system on speech recognition, central auditory processing and cognitive ability among older adults with normal cognition and with neurocognitive impairment	HA use not mentioned	16 kpl
Miranda ym., 2007	A efetividade do treinamento auditivo formal em idosos usuários de próteses auditivas no período de aclimatização	no english version available	
Barcroft, 2011	Improving the Quality of Auditory Training by Making Tasks Meaningful	No full text available	
Binnie, 1994	The future of audiology rehabilitation: overview and forecast. IN: Research in audiological rehabilitation: current trends and future directions (Gagné J et al)	No full text available	

Gagné, 1994	Visual and audiovisual speech perception training: basic and applied research needs. IN: Research in audiological rehabilitation: current trends and future directions (Gagné J et al)	No full text available	
Gordon-Salant, 2014	Aging, hearing loss, and speech recognition: stop shouting, I can't understand you	No full text available	
Henshaw, 2020	Evaluation of Cogmed Working Memory Training to Improve Cognition, Speech Perception and Self-reported Hearing Abilities for Adult Hearing Aid Users: a Double-blind, Randomised, Active-controlled Trial.	No full text available	
Krishnamurti ym., 2015	Role of Auditory Training in Intervention of Individuals With Cognitive Decline and Hearing Impairment	No full text available	
Miller ym., 2004	Training experienced hearing-aid users to identify syllable-initial consonants in quiet and noise	No full text available	
Montgomery, 1994	Treatment efficacy in adult audiological rehabilitation. IN: Research in audiological rehabilitation: current trends and future directions (Gagné J et al)	No full text available	
Ross, 2005	Home-based auditory and speechreading training: a review of four programs	No full text available	
Rubinstein ym., 1993	Effect of Interactive Video versus Noninteractive Video Training on Speech Recognition by Hearing-Impaired Adults	No full text available	
Tye-Murray ym., 1990	Programs in Action: Evaluating the Effectiveness of Auditory Training Stimuli Using a Computerized Program	No full text available	12 kpl
Dempsey ym., 1992	Computer-Assisted Tracking Simulation (CATS)	No subjects	
Boothroyd, 2008	CasperSent: a program for computer-assisted speech perception testing and training at the sentence level	No subjects	
Pallarito, 2011	Retraining the brain when hearing aids aren't enough	No subjects	

Robinson, 1987	Patient compliance in occupational therapy home health programs	No subjects	
Tye-Murray ym., 1988	Computerized Laser Videodisc Programs for Training Speechreading and Assertive Communication Behaviors	No subjects	5 kpl
Aazh ym., 2017	Audiological Rehabilitation for Facilitating Hearing Aid Use: A Review	Review article	
Akeroyd, 2008	Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adults	Review article	
Alain ym., 2014	Turning down the noise: The benefit of musical training on the aging auditory brain	Review article	
Anderson & Kimberly, 2015	Electrophysiologic Assessment of Auditory Training Benefits in Older Adults.	Review article	
Anderson & Kraus, 2013	Auditory Training: Evidence for Neural Plasticity in Older Adults	Review article	
Bamford, 1981	Auditory train. What is it, what is it supposed to do, and does it do it?	Review article	
Barcroft ym., 2007	What learning a second language might teach us about auditory training	Review article	
Barker ym., 2015	Outcome Measurement in Adult Auditory Rehabilitation: A Scoping Review of Measures Used in Randomized Controlled Trials	Review article	
Barker ym., 2016	Interventions to improve hearing aid use in adult auditory rehabilitation	Review article	
Bavelier ym., 2012	Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games	Review article	
Blamey & Alcántara, 1994	Research in auditory training. IN: Research in audiological rehabilitation: current trends and future directions (Gagné J et al)	Review article	
Bloom, 2004	Technologic advances raise prospects for a resurgence in use of auditory training	Review article	



Boothroyd, 2007	Adult Aural Rehabilitation: What Is It and Does It Work?	Review article
Boothroyd, 2010	Adapting to Changed Hearing: The Potential Role of Formal Training	Review article
Chisolm & Arnold, 2012	Evidence about the effectiveness of aural rehabilitation programs for adults	Review article
Divenyi & Simon, 1999	Hearing in aging: Issues old and young	Review article
Dubno, 2013	Benefits of Auditory Training for Aided Listening by Older Adults	Review article
Erber & Lind, 1994	Communication therapy: theory and practice. IN: Research in audiological rehabilitation: current trends and future directions (Gagné J et al)	Review article
Ferguson & Henshaw, 2015	How Does Auditory Training Work? Joined-Up Thinking and Listening	Review article
Ferguson & Henshaw, 2015	Auditory training can improve working memory, attention, and communication in adverse conditions for adults with hearing loss	Review article
Ferguson & Henshaw, 2015	Computer and internet interventions to optimize listening and learning for people with hearing loss: accessibility, use, and adherence	Review article
Gagné, 1994	Visual and audiovisual speech perception training: Basic and applied research needs	Review article
Garstecki, 1982	Rehabilitation of hearing-handicapped elderly adults	Review article
Gilliam ym., 2001	Looking back: A summary of five exploratory studies of Fast ForWord	Review article
Grenness ym., 2014	Patient-centred care: A review for rehabilitative audiologists	Review article
Hawkins, 2005	Effectiveness of counseling-based adult group aural rehabilitation programs: a systematic review of the evidence	Review article

Helfer, 2001	Gender issues in audiologic rehabilitation	Review article
Henshaw & Ferguson, 2013	Efficacy of Individual Computer-Based Auditory Training for People with Hearing Loss: A Systematic Review of the Evidence	Review article
Hickson & Scarinci, 2007	Older adults with acquired hearing impairment: applying the ICF in rehabilitation	Review article
Humes, 2007	The contributions of audibility and cognitive factors to the benefit provided by amplified speech to older adults	Review article
Kewley-Port, 1994	Speech technology and speech training for the hearing impaired	Review article
Kingston ym., 2010	A critical review of the evidence on the use of videotapes or DVD to promote patient compliance with home programmes	Review article
Kraus & White-Schwoch, 2014	Music Training: Lifelong Investment to Protect the Brain from Aging and Hearing Loss	Review article
Kricos & McCarthy, 2007	From Ear to There: A Historical Perspective on Auditory Training	Review article
Lampit ym., 2014	Computerized Cognitive Training in Cognitively Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Effect Modifiers	Review article
Laplante-Lévesque ym., 2010	Rehabilitation of older adults with hearing impairment: a critical review	Review article
Lawrence ym., 2018	Auditory and Cognitive Training for Cognition in Adults With Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis	Review article
McCarthy & Schau, 2008	Adult audiologic rehabilitation: a review of contemporary practices	Review article
Michaud & Duchesne, 2017	Aural Rehabilitation for Older Adults with Hearing Loss: Impacts on Quality of Life-A Systematic Review of Randomized Controlled Trials	Review article
Miller ym., 2008	Training listeners to identify the sounds of speech: II. Using SPATS software	Review article

Moore & Amitay, 2007	Auditory training: rules and applications	Review article
Musiek ym., 2002	Plasticity, auditory training, and auditory processing disorders	Review article
Neuman, 2005	Central auditory system plasticity and aural rehabilitation of adults	Review article
Olson, 2015	Options for Auditory Training for Adults with Hearing Loss	Review article
Parham ym., 2013	Comprehensive management of presbycusis: Central and peripheral	Review article
Pichora-Fuller, 2006	Perceptual effort and apparent cognitive decline: implications for audiologic rehabilitation	Review article
Pichora-Fuller & Levitt, 2012	Speech comprehension training and auditory and cognitive processing in older adults	Review article
Pichora-Fuller & Singh, 2006	Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearing aid fitting and audiologic rehabilitation.	Review article
Pizarek ym., 2013	Effect of Computerized Auditory Training on Speech Perception of Adults With Hearing Impairment	Review article
Preminger, 2015	Auditory Training: Consideration of Peripheral, Central- Auditory, and Cognitive Processes	Review article
Preminger & Rothpletz, 2016	Design Considerations for Internet-Delivered Self-Management Programs for Adults With Hearing Impairment	Review article
Pronk ym., 2011	Interventions following hearing screening in adults: A systematic descriptive review	Review article
Riko & Alberti, 1984	Rehabilitation of Hearing-Impaired Adults	Review article
Robinson & Summmerfield, 1996	Adult auditory learning and training	Review article
Ross, 1997	A retrospective look at the future of aural rehabilitation	Review article
Ross, 1987	Aural rehabilitation revisited	Review article
Shrive & Taylor, 2008	The Economics of Computer-Based Auditory Training	Review article

Sims ym., 1982	Past, present and future computer assisted communication training at NTID	Review article	
Sims ym., 1995	A survey of microcomputer applications in aural rehabilitation	Review article	
Spitzer, 2000	Toward contemporary models of adult audiologic rehabilitation	Review article	
Stropahl ym., 2020	Auditory Training Supports Auditory Rehabilitation: A State-of-the-Art Review	Review article	
Sweetow, 2005	Training the adult brain to listen	Review article	
Sweetow & Sabes, 2007	Technologic Advances in Aural Rehabilitation: Applications and Innovative Methods of Service Delivery	Review article	
Sweetow & Palmer, 2005	Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence	Review article	
Sweetow & Henderson- Sabes, 2010	Auditory training and challenges associated with participation and compliance	Review article	
Thompson & Andrews, 1999	The emerging field of sound training	Review article	
Traynor, 1981	Tel-communicology and the hearing-impaired adult	Review article	
Tulko & Santore, 1981	Speechreading and auditory perception training for the adult with an acquired hearing loss	Review article	
Watson ym., 2008	Training listeners to identify the sounds of speech: I. A review of past studies	Review article	
Webb ym., 2010	Using the internet to promote health behavior change: a systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy	Review article	
Wright & Zhang, 2009	A review of the generalization of auditory learning	Review article	72 kpl

Henshaw & Ferguson, 2013	Working memory training for adult hearing aid users: Study protocol for a double-blind randomized active controlled trial	Study plan	
Jarollahi ym., 2020	Effect of rehabilitation training on an elderly population with mild to moderate hearing loss: Study protocol for a randomised clinical trial	Study plan	
Miller ym., 2015	Evaluation of Speech-Perception Training for Hearing Aid Users: A Multisite Study in Progress	Study plan	
Rasouli Fard ym., 2020	Effects of rehabilitation training on an elderly population with mild to moderate hearing loss: study protocol for a randomised clinical trial	Study plan	
Sattari ym., 2020	The effects of a temporal processing-based auditory training program on the auditory skills of elderly users of hearing aids: A study protocol for a randomized clinical trial	Study plan	
Solheim, 2014	Use of Hearing Aids. Development and Implementation of a Counseling Program for Hearing Aid Users	Study plan	6 kpl
deMiranda ym., 2008	Formal auditory training in elderly hearing aid users	Thesis	
Jayakody, 2011	A Computerized Pitch-Perception Training Program for the Hearing Impaired	Thesis	2 kpl
Lundborg ym., 1982	Rehabilitative procedures in sensorineural hearing loss. Studies on the routine used	Training procedure not described	1 kpl
Anzivino ym., 2019	Prospective Evaluation of Cognitive Functions After Rehabilitation With Cochlear Implant or Hearing Aids: Preliminary Results of a Multicentric Study on Elderly Patients	Wrong intervention	
Ball ym., 2002	Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial	Wrong intervention	

Berry ym., 2010	The Influence of Perceptual Training on Working Memory in Older Adults	Wrong intervention
Beynon ym., 1997	A randomized, controlled trial of the efficacy of a communication course for first time hearing aid users	Wrong intervention
Boothroyd, 1993	Recovery of speech perception performance after prolonged auditory deprivation: case study	Wrong intervention
Brehmer ym., 2012	Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance	Wrong intervention
Fujiu & Benguerel, 1990	CAST-J: Proposal for a Computers-Assisted Speechreading Training System for Japanese	Wrong intervention
Hickson ym., 2019	Individualised active communication education (I-ACE): another clinical option for adults with hearing impairment with a focus on problem solving and self-management	Wrong intervention
Kirby & Rogan, 1981	A four-week group-communication training program for adults	Wrong intervention
Lonka, 1995	Speechreading Instruction for Hard-Of-Hearing Adults - Effects of Training Face-To-Face and with a Video Program	Wrong intervention
Massaro ym., 2011	Integration of facial and newly learned visual cues in speech perception	Wrong intervention
Oberg ym., 2008	The effects of a sound awareness pre-fitting intervention: a randomized controlled trial	Wrong intervention
Pereira-Jorge ym., 2018	Anatomical and Functional MRI Changes after One Year of Auditory Rehabilitation with Hearing Aids	Wrong intervention
Philibert ym., 2003	Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing-impaired listeners	Wrong intervention

Pichora-Fuller & Ben-guerel, 1991	The Design of Cast (Computer-Aided Speechreading Training)	Wrong intervention	
Rudner ym., 2009	Cognition and aided speech recognition in noise: specific role for cognitive factors following nine-week experience with adjusted compression settings in hearing aids	Wrong intervention	
Sawyer ym., 2019	Beyond motivation: identifying targets for intervention to increase hearing aid use in adults	Wrong intervention	
Worrall ym., 1998	An evaluation of the Keep on Talking program for maintaining communicationskills into old age	Wrong intervention	18 kpl
Abrams ym., 2002	A cost-utility analysis of adult group audiologic rehabilitation: Are the benefits worth the cost?	Wrong outcomes	
Andersson ym., 1997	Behavioural hearing tactics: a controlled trial of a short treatment programme	Wrong outcomes	
Andersson ym., 1994	Behavioral counselling for subjects with acquired hearing loss. A new approach to hearing tactics	Wrong outcomes	
Andersson ym., 1995	An evaluation of a behavioural treatment approach to hearing impairment	Wrong outcomes	
Andersson ym., 1995	A two-year follow-up examination of a behavioural treatment approach to hearing tactics	Wrong outcomes	
Castiglione ym., 2016	Aging, Cognitive Decline and Hearing Loss: Effects of Auditory Rehabilitation and Training with Hearing Aids and Cochlear Implants on Cognitive Function and Depression among Older Adults	Wrong outcomes	
Chisolm ym., 2004	Short- and long-term outcomes of adult audiological rehabilitation	Wrong outcomes	
Ferguson ym., 2016	A Randomized Controlled Trial to Evaluate the Benefits of a Multimedia Educational Program for First-Time Hearing Aid Users	Wrong outcomes	

Jayakody ym., 2012	The Development of a Pitch Training Program for Adult Cochlear Implant and Hearing Aid Users	Wrong outcomes
Kramer ym., 2005	A home education program for older adults with hearing impairment and their significant others: a randomized trial evaluating short- and long-term effects	Wrong outcomes
Kricos ym., 1992	Efficacy of a communication training program for hearing-impaired elderly adults	Wrong outcomes
Malmberg ym., 2018	Experiences of an Internet-based aural rehabilitation (IAR) program for hearing aid users: a qualitative study	Wrong outcomes
Martin, 2007	Software-based auditory training program found to reduce hearing aid return rate	Wrong outcomes
Preminger & Yoo, 2010	Do Group Audiologic Rehabilitation Activities Influence Psychosocial Outcomes?	Wrong outcomes
Smaldino & Smaldino, 1988	The influence of aural rehabilitation and cognitive style disclosure on the perception of hearing handicap	Wrong outcomes
Thorén ym., 2015	Internet Interventions for Hearing Loss	Wrong outcomes
Thorén ym., 2014	A randomized controlled trial evaluating the effects of online rehabilitative intervention for adult hearing-aid users	Wrong outcomes
Thorén ym., 2011	Rehabilitative online education versus internet discussion group for hearing aid users: a randomized controlled trial	Wrong outcomes
Vitti ym., 2015	Web-based auditory self-training system for adult and elderly users of hearing aids	Wrong outcomes
Wayner, 2005	Aural rehabilitation adds value, lifts satisfaction, cuts returns	Wrong outcomes



Wunderlich ym., 2015	Impact of Spectral Notch Width on Neurophysiological Plasticity and Clinical Effectiveness of the Tailor-Made Notched Music Training	Wrong outcomes	21 kpl
Ahmed ym., 2015	Effect of frequency lowering and auditory training on speech perception outcome	Wrong patient population	
Alain ym., 2001	Age-Related Changes in Detecting a Mistuned Harmonic	Wrong patient population	
Anderson ym., 2013	A dynamic auditory-cognitive system supports speech-in-noise perception in older adults	Wrong patient population	
Assman & Summerfield, 1994	The Contribution of Waveform Interactions to the Perception of Concurrent Vowels	Wrong patient population	
Banai & Amitay, 2015	The effects of stimulus variability on the perceptual learning of speech and non-speech stimuli	Wrong patient population	
Benichov ym., 2012	Word recognition within a linguistic context: effects of age, hearing acuity, verbal ability, and cognitive function	Wrong patient population	
Bernstein ym., 2013	Auditory Perceptual Learning for Speech Perception Can be Enhanced by Audiovisual Training	Wrong patient population	
Burk ym., 2006	Effect of training on word-recognition performance in noise for young normal-hearing and older hearing-impaired listeners	Wrong patient population	
Cainer ym., 2008	Learning speech-in-noise discrimination in adult humans	Wrong patient population	
Carcagno & Plack, 2011	Subcortical plasticity following perceptual learning in a pitch discrimination task	Wrong patient population	
Cooke & Garcia Le-cumberri, 2018	Effects of exposure to noise during perceptual training of non-native language sounds	Wrong patient population	
Danz & Bin-nie, 1983	Quantification of the effects of training the auditory-visual reception of connected speech	Wrong patient population	

Faulkner ym., 2012	Comparing live to recorded speech in training the perception of spec- trally shifted noise-vocoded speech	Wrong patient population
Firszt ym., 2015	Localization training results in indi- viduals with unilateral severe to pro- found hearing loss	Wrong patient population
Fostick ym., 2020	Auditory Training to Improve Speech Perception and Self-Efficacy in Aging Adults	Wrong patient population
Gil & Iorio, 2010	Formal auditory training in adult hearing aid users	Wrong patient population
Golomb ym., 2007	Effects of Stimulus Variability and Adult Aging on Adaptation to Time- Compressed Speech	Wrong patient population
Greenspan ym., 1988	Perceptual Learning of Synthetic Speech Produced by Rule	Wrong patient population
Han ym., 2016	The Effects of Phonotactic Probabil- ity and Neighborhood Density on Adults' Word Learning in Noisy Conditions	Wrong patient population
Henshaw ym., 2015	Intrinsic and extrinsic motivation is associated with computer-based au- ditory training uptake, engagement, and adherence for people with hear- ing loss	Wrong patient population
Humes ym., 2014	The effects of dosage and duration of auditory training for older adults with hearing impairment	Wrong patient population
Huyck & Johnsrude, 2012	Rapid perceptual learning of noise- vocoded speech requires attention	Wrong patient population
Illg, 2017	Rehabilitation in children and adults. An overview	Wrong patient population
Karawani ym., 2016	Auditory Perceptual Learning in Adults with and without Age-Re- lated Hearing Loss	Wrong patient population
Kraus ym., 1995	Central auditory system plasticity associated with speech discrimina- tion training	Wrong patient population
Kubo & Akahane- Yamada, 2006	Influence of Aging on Perceptual Learning of English Phonetic Con- trasts by Native Speakers of Japa- nese	Wrong patient population

Kuchinsky ym., 2014	Speech-perception training for older adults with hearing loss impacts word recognition and effort	Wrong patient population
Lidestam ym., 2014	Audiovisual training is better than auditory-only training for auditory-only speech-in-noise identification	Wrong patient population
Little ym., 2017	Disruption of Perceptual Learning by a Brief Practice Break	Wrong patient population
Manheim ym., 2018	Age, Hearing, and the Perceptual Learning of Rapid Speech	Wrong patient population
Matos Silva ym., 2020	Study of Acute and Sub-Acute Effects of Auditory Training on the Central Auditory Processing in Older Adults with Hearing Loss-A Pilot Study	Wrong patient population
Menning ym., 2000	Plastic changes in the auditory cortex induced by intensive frequency discrimination training	Wrong patient population
Molloy ym., 2012	Less Is More: Latent Learning Is Maximized by Shorter Training Sessions in Auditory Perceptual Learning	Wrong patient population
Mossbridge ym., 2008	Learning and generalization on asynchrony and order tasks at sound offset: implications for underlying neural circuitry	Wrong patient population
Ning ym., 2019	Perceptual-learning evidence for inter-onset-interval- and frequency-specific processing of fast rhythms	Wrong patient population
O'Brien ym., 2017	Cognitive Training Enhances Auditory Attention Efficiency in Older Adults	Wrong patient population
Rees ym., 2017	Can explicit training in cued speech improve phoneme identification?	Wrong patient population
Rowan & Lutman, 2006	Learning to discriminate interaural time differences: an exploratory study with amplitude-modulated stimuli	Wrong patient population
Santos ym., 2014	Effects of auditory training in individuals with high-frequency hearing loss	Wrong patient population

Scharenborg & Janse, 2013	Comparing lexically guided perceptual learning in younger and older listeners	Wrong patient population
Scharenborg ym., 2015	The role of attentional abilities in lexically guided perceptual learning by older listeners	Wrong patient population
Song ym., 2012	Training to improve hearing speech in noise: biological mechanisms	Wrong patient population
Stephens & Holt, 2010	Learning to use an artificial visual cue in speech identification	Wrong patient population
Theodore & Monto, 2019	Distributional learning for speech reflects cumulative exposure to a talker's phonetic distributions	Wrong patient population
Tremblay, 1998	The time course of auditory perceptual learning: neurophysiological changes during speech-sound training	Wrong patient population
Tremblay ym., 2009	Auditory training alters the physiological detection of stimulus-specific cues in humans	Wrong patient population
Tyler ym., 2010	Initial development of a spatially separated speech-in-noise and localization training program	Wrong patient population
Vaerenberg ym., 2013	Managed Estimation of Psychophysical Thresholds	Wrong patient population
VanEngen, 2012	Speech-in-speech recognition: A training study	Wrong patient population
Wayne ym., 2016	Working Memory Training and Speech in Noise Comprehension in Older Adults	Wrong patient population
Whitton ym., 2014	Immersive audiomotor game play enhances neural and perceptual salience of weak signals in noise	Wrong patient population
Wright ym., 2019	Semi-supervised learning of a nonnative phonetic contrast: How much feedback is enough?	Wrong patient population
Wright ym., 2010	Generalization lags behind learning on an auditory perceptual task	Wrong patient population
Wright & Sabin, 2007	Perceptual learning: how much daily training is enough?	Wrong patient population

Zaltz ym., 2018	Long-Term Training-Induced Gains of an Auditory Skill in School-Age Children As Compared With Adults	Wrong patient population	
Zhang ym., 2016	Auditory Discrimination Learning: Role of Working Memory	Wrong patient population	56 kpl
Blumsack ym., 2007	Comparison of speechreading training regimens	Wrong route of administration	
Domínguez Ugidos ym., 2001	Auditory training with wide-band white noise: Effects on the verbal discrimination	Wrong route of administration	
Kricos & Holmes, 1996	Efficacy of audiologic rehabilitation for older adults	Wrong route of administration	
Lavie ym., 2013	Semi-Structured Listening Experience (Listening Training) in Hearing Aid Fitting: Influence on Dichotic Listening	Wrong route of administration	
Montgomery ym., 1984	Training auditory-visual speech reception in adults with moderate sensorineural hearing loss	Wrong route of administration	
Nkyekyer ym., 2019	The cognitive and psychosocial effects of auditory training and hearing aids in adults with hearing loss	Wrong route of administration	
Nkyekyer ym., 2018	Investigating the Impact of Hearing Aid Use and Auditory Training on Cognition, Depressive Symptoms, and Social Interaction in Adults With Hearing Loss: Protocol for a Crossover Trial	Wrong route of administration	
Preminger, 2003	Should Significant Others Be Encouraged to Join Adult Group Audiologic Rehabilitation Classes?	Wrong route of administration	
Preminger & Ziegler, 2008	Can Auditory and Visual Speech Perception Be Trained Within a Group Setting?	Wrong route of administration	
Rubinstein & Boothroyd, 1987	Effect of Two Approaches to Auditory Training on Speech Recognition by Hearing-Impaired Adults	Wrong route of administration	
Walden ym., 1981	Some effects of training on speech recognition by hearing-impaired adults	Wrong route of administration	11 kpl

Fitzgibbons & Gordon-Salant, 1995	Age effects on duration discrimination with simple and complex stimuli	Wrong setting	
Frisina & Frisina, 1997	Speech recognition in noise and presbycusis: relations to possible neural mechanisms	Wrong setting	
Larsby ym., 2008	The interference of different background noises on speech processing in elderly hearing impaired subjects	Wrong setting	
Mahmu ym., 2020	Decoding Hearing-Related Changes in Older Adults' Spatiotemporal Neural Processing of Speech Using Machine Learning	Wrong setting	
Miller ym., 2007	SPATS: Speech Perception Assessment and Training System	Wrong setting	
Moreno-Gómez ym., 2017	Music Training and Education Slow the Deterioration of Music Perception Produced by Presbycusis in the Elderly	Wrong setting	
Oberg, 2016	Validation of the Swedish Hearing Handicap Inventory for the Elderly (Screening Version) and Evaluation of Its Effect in Hearing Aid Rehabilitation	Wrong setting	7 kpl
Atienza ym., 2002	The time course of neural changes underlying auditory perceptual learning	Wrong study design	
Boothroyd, 2006	CasperSent: an example of computer-assisted speech perception testing and training at the sentence level	Wrong study design	
Gordon-Salant & Fitzgibbons, 2001	Sources of Age-Related Recognition Difficulty for Time-Compressed Speech	Wrong study design	
Grimault ym., 2001	Perceptual auditory stream segregation of sequences of complex sounds in subjects with normal and impaired hearing	Wrong study design	
Humes & Floyd, 2005	Measures of Working Memory, Sequence Learning, and Speech Recognition in the Elderly	Wrong study design	

Humes ym., 2013	Auditory and cognitive factors underlying individual differences in aided speech-understanding among older adults	Wrong study design	
Larsby ym., 2005	Cognitive performance and perceived effort in speech processing tasks: effects of different noise backgrounds in normal-hearing and hearing-impaired subjects	Wrong study design	
Lentz & Marsh, 2006	The Effect of Hearing Loss on Identification of Asynchronous Double Vowels	Wrong study design	
Mackersie ym., 2001	The Role of Sequential Stream Segregation and Frequency Selectivity in the Perception of Simultaneous Sentences by Listeners With Sensorineural Hearing Loss	Wrong study design	
Orena ym., 2015	Language exposure facilitates talker learning prior to language comprehension, even in adults	Wrong study design	
Prendergast & Kelley, 2002	Aural rehab services: survey reports who offers which ones and how often	Wrong study design	
Rakerd ym., 1996	Assessing the cognitive demands of speech listening for people with hearing losses	Wrong study design	
Rotman ym., 2020	Rapid Perceptual Learning: A Potential Source of Individual Differences in Speech Perception Under Adverse Conditions?	Wrong study design	
Smith ym., 2016	Examination of Individual Differences in Outcomes From a Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Formal and Informal Individual Auditory Training Programs	Wrong study design	
Wingfield ym., 2000	Effects of Age and Hearing Sensitivity on the Use of Prosodic Information in Spoken Word Recognition	Wrong study design	
Yund & Buckles, 1995	Discrimination of multichannel-compressed speech in noise: Long-term learning in hearing-impaired subjects	Wrong study design	16 kpl

*Huom.* Kokotekstitasolla hylättyjä artikkeleita yhteensä 259.

## Tiedonhakuprosessi lukuina

### Tietokantahaut:

Lähteitä löytynyt: 1350

Otsikkotasolla hylätty: 236

Abstraktitasolla hylätty: 138

Kokotekstitasolla hylätty: 124

Duplikaatit: 819

Sisään otettu: 14

### Katsausartikkelien viitehaut

Ensimmäinen kierros:

Lähteitä löytynyt: 1847

Otsikkotasolla hylätty/duplikaatit: 1497

Abstraktitasolla hylätty: 262

Kokotekstitasolla hylätty: 88

Sisään otettu: 0

Toinen kierros:

Lähteitä löytynyt: 665

Otsikkotasolla hylätty/duplikaatit: 645

Abstraktitasolla hylätty: 14

Kokotekstitasolla hylätty: 6

Sisään otettu: 0

### Sisään otettujen tutkimusten viitehaut:

Löytynyt: 664

Otsikkotasolla hylätty/duplikaatit: 632

Abstraktitasolla hylätty: 24

Kokotekstitasolla hylätty: 8

Sisään otettu: 0

### JARA-arkistojen käsihaku

Lähteitä löytynyt: 316

Otsikkotasolla hylätty/duplikaatti/abstraktitasolla hylätty: 306

- Erottelua otsikkotasoon ja abstraktitasoon välillä ei käytännön syistä tehty; koska artikkelit luettiin suoraan JARA:n arkistoista, saatettiin otsikkotasolla kiinnostavan artikkelin abstrakti lukea heti otsikon jälkeen

Kokotekstitasolla hylätty: 10

Sisään otettu: 0